SOC
7084

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoölogy

MUS. COMP. ZOOL.
LIBRARY

HARVARD
UNIVERSITY

Pz j-S
Series 3. Vol. 4
MUS. COMP. ZOOL. LIBRARY
DEC 11 1958
HARVARD UNIVERSITY

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME QUATRIÈME

I

LES ENTOMOSTRACÉS-OSTRACODES
DU SYSTÈME OOLITHIQUE
DE LA
ZONE A AMMONITES PARKINSONI
DE FONTOY (MOSELLE)

PAR
M. TERQUEM

PARIS
AU LOCAL DE LA SOCIÉTÉ, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 7

1885

I

LES ENTOMOSTRACÉS-OSTRACODES

DU SYSTÈME OOLITHIQUE

DE LA ZONE A AMMONITES PARKINSONI

DE FONTOY (MOSELLE)

Avertissement

La Société déclare qu'elle laisse aux Auteurs la responsabilité des faits et des opinions contenus dans leurs Mémoires.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME QUATRIÈME

I

LES ENTOMOSTRACÉS-OSTRACODES

DU SYSTÈME OOLITHIQUE

DE LA

ZONE A AMMONITES PARKINSONI

DE FONTOY (MOSELLE)

PAR

M. TERQUEM

PARIS

AU LOCAL DE LA SOCIÉTÉ, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 7

1885

I

LES ENTOMOSTRACÉS-OSTRACODES

DU SYSTÈME OOLITHIQUE

DE LA ZONE A AMMONITES PARKINSONI

DE FONTOY (MOSELLE)

PAR

M. O. TERQUEM

INTRODUCTION

La faune du Fuller's-earth du département de la Moselle s'est montrée si riche en fossiles, qu'il a fallu diviser son étude en plusieurs parties : la première, comprenant les *Mollusques*, a été publiée avec 15 planches in-4°; la seconde, traitant des *Foraminifères*, a été publiée par Mémoires successifs et se trouve contenue dans 45 planches in-8°; la troisième comprendra 6 planches in-4°.

Cette dernière étude nous a présenté quelques difficultés dans la délimitation des genres par le manque de publications sur les Ostracodes des terrains anciens.

La bibliographie ne nous a donné qu'un seul Mémoire publié en français; M. Bosquet, de Maestricht, a donné les Ostracodes des terrains crétacés et tertiaires de la Belgique; des autres publications, les unes publiées en Angleterre se rapportent à des Ostracodes vivants ou des terrains paléozoïques; les autres publiées en Allemagne traitent des Ostracodes du Planerkalk de la Bohême.

G. O. Sars a étudié les Ostracodes vivants des mers du Nord et a établi les divisions basées sur les organes des animaux; il a donné transitoirement quelques indications sur la charnière des carapaces. G. H. Brady, dans le *Challenger*, a rapporté littéralement les diagnoses établies par Sars et, dans les nombreuses planches que contient cette publication, on ne trouve aucun dessin représentant l'intérieur d'une valve.

Les diagnoses sont donc, en général, insuffisantes pour la délimitation des genres

et il faut presque toujours chercher les caractères essentiels dans la description des espèces.

Nous mettrons ces diagnoses, quelque incomplètes qu'elles soient, en tête de chaque genre, avec les observations qui ressortent de nos études.

Les caractères fournis par l'étude de l'animal ne pouvant servir à classer des carapaces fossiles, la forme extérieure ne peut à elle seule permettre d'établir une exacte détermination ; d'une part, les formes sont très variables dans un même genre ; d'autre part, les mêmes formes se reproduisent dans plusieurs genres ; il faut donc à ces formes extérieures des valves, prises dans leurs diverses positions, joindre les caractères inhérents à l'intérieur des valves.

L'étude des Ostracodes, vus dans leur ensemble, donne lieu aux observations suivantes :

A. Carapace vue à l'extérieur, la constitution du test, sa coloration, sa transparence, ses ornements :

1° Elle est *cornée,* flexible, lisse, brillante, transparente, d'une couleur jaune-ambré, parfois munie de villosités, se remarque principalement dans les Ostracodes d'eau douce ;

2° Elle est *cornéo-calcaire,* non flexible, lisse ou ornée de ponctuations, résultant de l'insertion de poils ou de villosités, d'une couleur jaune-ambré et translucide ou blanche et opaque ;

3° Elle est *calcaire,* lisse ou ornée de ponctuations plus ou moins profondes, d'excoriations, d'épines, de côtes, de protubérances, de papilles translucides ; elle est d'une transparence vitreuse et brillante ou terne et opaque, d'une couleur blanche ou rouge ou noire, surtout à l'état fossile.

Le test des carapaces ne se montre perforé en aucune circonstance, quelque profondes que soient les ponctuations.

B. Carapace vue à l'intérieur :

1° La présence de *lames internes* en avant ou en arrière ou sur les côtés, ne présente en général aucun caractère essentiel pour la classification des genres ou la spécification des espèces ; on voit parfois ces lames très développées ou manquer totalement dans des carapaces dont les caractères de la charnière ne laissent aucun doute sur leur classement. Ni Sars ni Brady ne font mention de ces lames, ni dans la diagnose des genres ni dans la description des espèces.

2° Des *papilles* ou points transparents se font remarquer sur les carapaces vivantes ; nous les avons retrouvées sur la majeure partie des carapaces fossiles du terrain pliocène de l'île de Rhodes ; mais elles sont complètement effacées sur les fossiles anciens ; de la sorte, la classification générique que R. Jones a cherché à établir sur le nombre et la disposition de ces papilles, se trouve entièrement annulée pour nos fossiles des terrains secondaires.

3° La *charnière* est parfois simple ou nulle, c'est-à-dire qu'elle ne pré-

sente aucun caractère particulier sur le bord cardinal ; telle est la disposition qu'on remarque dans tous les genres compris dans la première division de Sars, les *Cypridés,* où les Ostracodes ne peuvent être classés que d'après leur forme extérieure. La charnière est *régulière* dans les *Cythere* et *irrégulière* dans les *Cytheridea,* en ce qu'elle est dissemblable sur chaque valve.

4° On remarque parfois à sa partie antéro-centrale une *fossette orbiculaire* à laquelle correspond, à la surface supérieure, un tubercule arrondi ; cette fossette servait d'attache à un muscle adducteur des valves et ne se montre pas dans toutes les espèces d'un même genre.

5° Cornuel (1) a mentionné une *lame pectorale,* expansion du bord de la valve droite et recouvrant une expansion analogue de la valve gauche en s'étendant à l'intérieur. Ce caractère, qui se remarque dans le genre *Bairdia,* n'est pas spécial à ce genre, attendu qu'on le retrouve dans plusieurs autres, avec ces modifications : tantôt l'expansion est sur la valve droite, tantôt sur la valve gauche, tantôt sur le bord pectoral ou sur le bord ventral, tantôt enfin sur les deux bords à la fois, alors l'une est externe et l'autre interne. Nous avons représenté ce repli du test chaque fois que les valves le représentaient.

Lorsque la carapace est fermée, il est facile de séparer les valves : il faut faire bouillir la carapace dans de l'eau ; puis la mettre sur le doigt et appuyer la pointe d'une fine aiguille sur le côté pectoral et les valves se séparent ; mais lorsque, par la fossilisation, la carapace est devenue translucide et que le test fait corps avec l'intérieur spathique, la séparation des valves est impossible.

Pour l'étude des fossiles, nous entendons par *vue de face,* la carapace mise à plat ; par *vue de côté,* la suture des valves et en général la carapace vue du côté cardinal ; il y a alors un côté *antérieur* et un côté *postérieur ;* chez Sars et Brady, le côté supérieur répond au côté dorsal ou cardinal ; le côté inférieur se rapporte au côté ventral ou pectoral.

Pour la classification, nous avons suivi les divisions et les genres créés par Sars et que Brady a adoptés dans le *Challenger ;* nous avons également admis quelques genres établis par Brady pour des formes nouvellement observées.

Il est à remarquer que toutes les fois qu'il se produit une espèce, qui résume en elle les principaux caractères du genre, elle est toujours accompagnée d'un certain nombre de variétés, qui forment soit une série ascendante, soit une série descendante ; c'est-à-dire une série où les caractères deviennent plus saillants, ou une série où, au contraire, on remarque une dégénérescence plus ou moins profonde d'un ou de plusieurs caractères (*Pontocypris* et *Xiphichilus*).

(1) Cornuel, *Description des Entomostracés fossiles,* etc. Mémoires de la Société géologique de France, 2° série, t. I, 2° partie.

Cette observation s'est produite d'une manière identique dans nos études sur les Foraminifères.

En examinant l'intérieur des valves, j'ai eu à constater un fait qui m'a paru nouveau, du moins que je n'ai trouvé consigné par aucun auteur : *il existe parmi les Ostracodes des carapaces dextres et senestres comme dans quelques Mollusques gastéropodes.* Ainsi dans le genre *Cytheridea,* les *dents cardinales, qui sur la valve gauche doivent se trouver dans des fossettes, se présentent dans cette disposition sur la valve droite qui, d'ordinaire, doit porter ces dents sur une aréte en saillie.* Deux échantillons nous ont montré cette anomalie.

Synopsis des genres d'Ostracodes classés par Sars et Brady.

Podocopa	*Cypridés*	*Cypria.*
		Cypris.
		Paracypris, Sars.
		Notodromas.
		Candona.
		Pontocypris, Sars.
		Xiphichilus, Brady.
		Dalvinella, Brady et Robertson.
		Argillæcia, Sars.
		Aglaia, Brady.
		Krithe, Brady.
		Macrocypris, Brady.
		Bairdia, M'Coy.
	Cythéridés	*Cythere,* Muller *(ex parte).*
		Cythereis, Jones.
		Cyprideis, Jones.
		Cytheridea, Bosquet.
		Cytheropsis, Sars.
		Hyobates, Sars.
		Loxoconcha, Sars.
		Xestoleberis, Sars.
		Cytherura, Sars.
		Cytheropteron, Sars.
		Bithocythere, Sars.
		Pseudocythere, Sars.
		Sclerochilus, Sars.
		Paradoxstoma, Fischer.
Myodocopa	*Cypridinés*	*Cypridina,* Milne-Edwards.
		Philomedes, Lilljeborg,
		Bradycinctus, Lilljeborg.
Cladocopa	*Conchœciadés*	*Conchœcia,* Dana.
	Polycopidés	*Policope,* Dana.
Platicopa	*Cytherellidés*	*Cytherella,* Bosquet.
		Isocythere, Terquem.

Dans toute la division des *Cypridés,* l'intérieur des valves ne fournit aucun moyen de classification : la charnière est simple ; c'est-à-dire sans aucun caractère distinctif et les lames internes manquent parfois complètement. Il a donc fallu avoir recours aux formes extérieures et nous en avons résumé les caractères dans un tableau qui rend facile la classification des espèces dans les quelques genres qui se présentent dans le Fuller's-earth.

A. Carapaces courtes, à charnière simple, sans lames internes :

Carapace en massue	*Paracypris.*
Carapaces plus ou moins cylindriques ou ovoïdes	*Pontocypris.*
Carapaces comprimées en lame de couteau sur le côté ventral	*Xiphichilus.*

B. Carapaces allongées, à charnière simple avec lames internes :

Également arrondies aux deux extrémités	*Argillæcia.*
Arrondies en arrière, atténuées en avant	*Aglaia.*
Arrondies et bilobées en arrière, atténuées en avant	*Krithe.*

Les Ostracodes du Fuller's-earth de Fontoy sont renfermés dans 18 genres qui ont fourni 77 espèces et 41 variétés :

GENRES	ESPÈCES	VARIÉTÉS
Bairdia	1	»
Paracypris	1	»
Xiphichilus	1	4
Pontocypris	11	20
Argillæcia	6	»
Krithe	2	»
Aglaia	1	»
Macrocypris	2	»
Cythere	3	»
A reporter..	28	24

GENRES	ESPÈCES	VARIÉTÉS
Report...	28	24
Cytheropsis	3	»
Cytheridea	23	12
Loxoconcha	7	»
Cyprideis	7	1
Pseudocythere	2	1
Cypridina	1	»
Polycope	2	2
Cytherella	3	1
Isocythere	1	»
Totaux	77	41

Deux espèces (*Pseudocythere ampla* et *Polycope suborbicularis*) se sont montrées identiques dans le Lias de la Moselle, et il se peut que d'autres espèces y seront à signaler, quand nous ferons l'étude des Ostracodes de ce terrain.

Le genre PARACYPRIS est fort rare dans les mers actuelles ainsi qu'à l'état fossile.

Le genre XIPHICHILUS, établi par Brady pour une division des PARACYPRIS, s'est montré peu nombreux, nous en possédons une espèce avec plusieurs variétés.

Le genre PONTOCYPRIS, assez rare dans les mers actuelles, se trouve, au contraire, très abondant dans le Fuller's, tant en espèces qu'en variétés.

Les genres AGLAIA et KRITHE ne sont que des sous-divisions du genre ARGIL-

LÆCIA, établies par Brady pour des modifications de la carapace vue de côté ; ces genres sont assez rares à l'état vivant ou fossile.

Le genre MACROCYPRIS, un démembrement du genre CYPRIS, s'en distingue par ses extrémités atténuées et par ses grandes lames internes ; fort rare dans le Fuller's.

Le genre BAIRDIA, très commun dans tous les étages du Lias, est, au contraire, fort rare dans le Fuller's, où nous n'avons trouvé qu'un seul échantillon.

Le genre CYTHERE, très riche en espèces dans les mers actuelles et dans les terrains tertiaires supérieurs, est, au contraire, très pauvre dans le Fuller's où nous n'avons trouvé que trois espèces.

Le genre CYPRIDEIS, détaché du genre CYTHERIDEA dont il a la charnière plus des dents sériales, est très rare dans les mers actuelles et assez fréquent dans le Fuller's ; il montre plusieurs anomalies dans la disposition des dents sériales, qui n'ont pas été signalées par les auteurs.

Le genre CYTHERIDEA, si rare dans les mers actuelles que Brady n'en mentionne qu'une espèce dans le *Challenger*, est assez abondant dans le Pliocène de l'île de Rhodes et se trouve très commun dans le Fuller's.

De tous les autres genres contenus dans la division des Cypridinés nous ne possédons que le genre CYPRIDOPSIS, fort rare, et le genre PSEUDOCYTHERE, dont une espèce se montre identique dans le Lias.

Le genre POLYCOPE, qui s'est déjà montré dans tout l'étage inférieur du Lias, et le genre CYTHERELLA sont, en général, fort rares.

Nous avons trouvé une carapace qui a pour caractère essentiel de ressembler à un Mollusque acéphale : elle en a la forme, est munie de crochets et d'une aire cardinale ; l'intérieur de la valve montre une charnière simple et des lames assez développées ; cette carapace, ne se rapportant à aucun des genres connus, a dû constituer un genre nouveau, ISOCYTHERE.

Pour clore l'étude du Fuller's-earth dans le département de la Moselle, nous devons mentionner deux localités qui appartiennent à ce terrain : les glacis des remparts de Longwy sont formés d'une succession de bancs de calcaire jaune et de marnes subordonnées. Les marnes renferment quelques rares débris de Mollusques ; les fossiles microscopiques comprennent quelques entroques de Crinoïdes, quelques Foraminifères en mauvais état et quelques Ostracodes ; nous y avons reconnu : *Marginulina proxima, M. clathrata, M. condita ; Cristellaria helios, C. centralis ; Cytheridea nebulosa, C. ampla ; Pontocypris æquilateralis.*

La seconde localité comprend des marnes bleues, qui reposent sur un des côtés d'une grande faille, près de Gravelotte ; les fossiles caractéristiques du Fuller's y sont très abondants ; les uns sont constamment à l'état de moules : Ammonite, Pholadomye, Pleuromye, Gresslye, Arcomyes ; les autres sont bien conservés : Limes, Peignes, Huître, Térébratule, Oursin.

Pour les fossiles microscopiques, on n'y trouve que quelques rares Cristellaires embryonnaires indéterminables ; les Ostracodes manquent complètement.

Enfin nous ferons mention d'un mémoire que nous sommes près de terminer et où nous traitons des Foraminifères et des Ostracodes du Fuller's-earth des environs de Varsovie.

DESCRIPTION DES ESPÈCES

1er Genre BAIRDIA, M'Coy.

« Carapace (1) cornée ou cornéo-calcaire, formée de deux valves inégales, trigones, ovales, élipsoïdales, réniformes, ou mytiliformes, le plus souvent convexes. La surface extérieure des valves est lisse, ou creusée de points plus ou moins nombreux, ou garnie d'épines, le plus souvent extrêmement minces, piliformes ou aciculaires. Il arrive souvent que les bords sont transparents et qu'ils montrent alors, dans leur épaisseur, des stries blanchâtres dirigées du centre vers la circonférence.

» La valve gauche est constamment plus grande que la valve droite et embrasse fortement les bords supérieur et inférieur de cette valve. La charnière est formée sur la valve gauche d'un sillon longitudinal qui, vers le milieu de ce bord, devient ordinairement si étroit qu'il paraît presque entièrement effacé en cet endroit. Le bord dorsal de la valve droite est plus étroit que celui de la valve gauche et s'insère nettement dans le sillon correspondant de cette dernière. »

Ce sillon, le plus souvent oblitéré, est rarement visible sur les fossiles; ce caractère n'est mentionné ni par Sars ni par Brady.

Nous devons faire remarquer qu'il se peut que Bosquet ait commis une erreur en attribuant un sillon à la charnière des *Bairdia*, attendu que nous n'avons pu que, fort rarement, constater la présence de ce caractère et que la grande majorité des carapaces s'en montre privée; d'autre part, il se peut que les carapaces qui possèdent ce sillon ne soient que de véritables *Cypridopsis*. D'un autre côté, il est possible que les carapaces, munies à la fois de ce sillon et de dents pectinées, ne soient que des variétés du genre *Cytheridea*, ou même doivent constituer un genre nouveau détaché du genre *Cytheridea*, d'autant plus que ni Sars ni Brady n'attribuent de dents pectinées au genre *Cytheropsis*.

Bairdia affinis, Terquem.

Pl. I, fig. 1, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale, élargie et arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, côté dorsal arqué, côté ventral convexe; vue de l'intérieur, valve gauche, étroite-

(1) Bosquet, *Ostracodes des terrains crétacés et tertiaires de la Belgique*. Mémoires de l'Académie de Bruxelles, t. XXIV, p. 18.

ment bordée, munie sur le bord ventral d'un pli court et sur le bord dorsal d'un sillon court et étroit. Lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}46$; grossi 30 fois.

Les dimensions de cette espèce sont très variables, des carapaces n'ont parfois que $0^{mm}30$ à $0^{mm}35$ de hauteur.

2e Genre PARACYPRIS, Sars (1).

« Carapace glabre, très dure, presque entièrement dépourvue de poils; vue de côté, beaucoup plus large en avant qu'en arrière. »

Paracypris incurva, Terquem.

Pl. I, fig. 2, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, cunéiforme, courbe, élargie et arrondie en avant, étroite et obtuse en arrière, arquée sur le côté dorsal, concave sur le côté ventral; vue de côté, carapace ovale, rétrécie et aiguë aux extrémités, arquée dans les côtés, la plus grande largeur vers le milieu; bord de la valve gauche enveloppant la droite.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}28$; grossi 50 fois.

3e Genre XIPHICHILUS, Brady (2).

« Carapace mince et fragile, lisse, valves comprimées, allongées, pointues aux deux extrémités, sensiblement égales; bord ventral très comprimé et applati, semblable à une lame de couteau, largeur après le milieu et marqué de diverses lignes transversales de poils; vue de dessus, comprimée, bifusiforme, charnière simple. »

Xiphichilus navicula, Terquem.

Pl. I, fig. 3, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, cunéiforme, plus large en avant qu'en arrière; extrémité antérieure arrondie; la postérieure étroite et obtuse; côté cardinal arqué; côté ventral

(1) Sars, *Op. cit.*, p. 11. Brady, *Challenger*, p. 31

(2) Brady, *Challenger*, p. 148.

oblique, très comprimé ; vue de côté, carapace ovale, aiguë aux deux extrémités, également arquée sur les côtés, valve gauche bordée et enveloppant la valve droite.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}18$; grossi 60 fois.

1re variété. Pl. I, fig. 4, *a*, *b*.

Carapace lisse, cunéiforme, plus large en avant qu'en arrière, extrémité antérieure arrondie, la postérieure rétrécie et obtuse, côté ventral oblique, très comprimé ; vue de côté, carapace très étroite, plus large en avant qu'en arrière, aiguë en arrière, les deux côtés également arqués.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}20$; grossi 40 fois.

Cette variété est figurée dans le *Challenger*, sous le nom de *Pontocypris attenuata*, pl. XV, fig. 2.

2e variété. Pl. I, fig. 5, *a*, *b*.

Carapace lisse, cunéiforme, élargie et arrondie en avant, étroite et obtuse en arrière, arquée sur le côté dorsal, droite sur le côté ventral ; vue de côté, très étroite, obtuse aux extrémités, également convexe sur les côtés en forme de navette.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}30$; grossi 40 fois.

3e variété. Pl. I, fig. 6, *a*, *b*.

Carapace lisse, cunéiforme, arrondie en avant, étroite et obtuse en arrière, convexe puis déclive sur le côté dorsal, droite sur le côté ventral ; vue de côté, carapace étroite, obtuse aux extrémités, également arquée sur les côtés, la plus grande largeur dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; long., $0^{mm}28$; grossi 40 fois

4e variété. Pl. I, fig. 7, *a*, *b*.

Carapace lisse, cunéiforme, arrondie en avant et marquée de quelques fines dentelures, étroite et obtuse en arrière, arquée sur le côté dorsal dans le haut, déclive dans le bas, verticale sur le côté ventral, très déprimée ; vue de côté, carapace cunéiforme, arrondie en avant, obtuse en arrière, côtés également arqués, la plus grande largeur au quart supérieur.

Dimensions : haut., $0^{mm}34$; larg., $0^{mm}17$; grossi 70 fois.

4e Genre PONTOCYPRIS, Sars (1).

« Valves étroites, couvertes de nombreux poils des deux côtés; vues de côté, plus larges en avant qu'en arrière. »

Valves très comprimées, en forme de massue allongée, extrémité antérieure très élargie et obtusément acuminée, extrémité postérieure étroite et subacuminée.

Pontocypris æquilateralis, Terquem.

Pl. I, fig. 8, *a, b.*

Carapace lisse, ovale-allongée, extrémités également arrondies, côtés également convexes; vue de côté, valve gauche un peu plus grande que la droite et étroitement bordée, extrémités très rétrécies et subaiguës, côtés également arqués, la plus grande largeur dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Nous avons pris cette espèce pour un type auquel nous avons rapporté un certain nombre de variétés, représentant à très peu près la même forme.

1re variété. Pl. I, fig. 9, *a, b.*

Carapace lisse, régulièrement ovale, extrémités arrondies, l'antérieure un peu plus large que la postérieure, côtés également convexes; vue de côté, carapace étroite, la valve gauche bordée, extrémités étroites et obtuses, côtés arqués, la plus grande largeur un peu au-dessus du milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

2e variété. Pl. I, fig. 10, *a, b.*

Carapace lisse, ovale-allongée, extrémités également arrondies, côtés arqués, un peu renflés dans le milieu; vue de côté, valve gauche bordée et enveloppante, extrémités rétrécies et obtuses, côtés également arqués, la plus grande largeur dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}57$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

3e variété. Pl. I, fig. 11, *a, b.*

Carapace lisse, ovale-allongée, largeur égalant la moitié de la hauteur, également rétrécie et arrondie aux deux extrémités, arquée sur les côtés; vue de côté,

(1) Sars, *Op. cit.*, p. 13. Brady, *Challenger*, p. 35.

valve gauche bordée, extrémités étroites et très obtuses, côtés également arqués, la plus grande largeur au milieu.

Dimensions : haut., 0^{mm}54 ; larg., 0^{mm}28 ; grossi 50 fois.

4^{e} variété. Pl. I, fig. 12, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale, côtés faiblement convexes, extrémités également arrondies ; vue de côté, carapace très étroite, fusiforme, trapézoïdale, valve gauche étroitement bordée et enveloppante, extrémité antérieure obtuse, la postérieure aiguë, la plus grande largeur vers le milieu.

Dimensions : haut., 0^{mm}73 ; larg., 0^{mm}42 ; grossi 30 fois.

5^{e} variété. Pl. I, fig. 13, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale-allongée, extrémités arrondies, égales, côtés parallèles, faiblement convexes ; vue de côté, carapace étroite, valve gauche bordée et enveloppante, extrémité antérieure un peu plus étroite que la postérieure, toutes deux obtuses, côtés également arqués.

Dimensions : haut., 0^{mm}55 ; larg., 02^{mm}8 ; grossi 50 fois.

Pontocypris curvata, Terquem.

Pl. I, fig. 14, *a*, *b*.

Carapace lisse, allongée et coudée dans le milieu, arrondie et égale aux extrémités, côté dorsal arqué et convexe, côté ventral concave ; vue de côté, carapace très étroite, aiguë en avant, un peu plus large et obtuse en arrière, côtés également arqués, la plus grande largeur au tiers postérieur.

Dimensions : haut., 0^{mm}62 ; larg., 0^{mm}25 ; grossi 40 fois.

Cette espèce a servi de type pour une série de formes provenant peut-être de la différence de sexe ; une forme identique a été indiquée pour plusieurs localités et se trouve figurée dans le *Challenger*, p. 136, pl. xv, fig. 8.

1re variété. Pl. I, fig. 15, *a*, *b*.

Carapace lisse, allongée, moins courbe que le type, arrondie et égale aux extrémités, arquée et convexe sur le côté dorsal, arquée et concave sur le côté ventral ; vue de côté, carapace ovale, obtuse en avant, subaiguë en arrière, côtés également arqués.

Dimensions : haut., 0^{mm}54 ; larg., 0^{mm}22 ; grossi 40 fois.

2e variété. Pl. I, fig. 16, *a*, *b*.

Carapace lisse, allongée, peu courbe, plus large en avant qu'en arrière, extrémités arrondies, côté dorsal arqué, côté ventral peu concave; vue de côté, carapace étroite, comprimée, extrémités rétrécies, subaiguës, valve gauche bordée et enveloppante, côtés également arqués, la plus grande largeur au milieu.

Dimensions : haut., 0mm56 ; larg., 0mm22 ; grossi 40 fois.

3e variété. Pl. I, fig. 17, *a*, *b*.

Carapace lisse, courbe, fabiforme, également renflée aux extrémités, renflée et arquée sur le côté dorsal, peu concave sur le côté ventral; vue de côté, carapace ovale, extrémité antérieure obtuse, un peu plus large que la postérieure étroite et subaiguë, côtés arqués, la plus grande largeur un peu au dessus du milieu, valve gauche bordée et enveloppante.

Dimensions : haut., 0mm43 ; larg., 0mm26; grossi 50 fois.

4e variété. Pl. I, fig. 18, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, ovale, en forme de sac, courbée vers le haut, droite vers le bas, plus étroite en avant qu'en arrière, les deux extrémités arrondies, côté dorsal déclive dans le haut, puis arqué, côté ventral oblique dans le haut, puis vertical; vue de l'intérieur, valve droite étroitement bordée, sans charnière ni lames intérieures ; vue de côté, carapace étroite, aiguë en avant, un peu plus renflée et subaiguë en arrière, également arquée sur les côtés.

Dimensions : haut., 0mm64 ; larg., 0mm25; grossi 40 fois.

5e variété. Pl. I, fig. 19, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale, peu courbe, extrémités égales et arrondies, côté dorsal arqué, côté ventral vertical; vue de côté, carapace ovale, renflée dans le milieu, rétrécie aux extrémités, l'antérieure obtuse, la postérieure subaiguë, valve gauche bordée et enveloppante.

Dimensions : haut., 0mm70; larg., 0mm32; grossi 40 fois.

6e variété. Pl. I, fig. 20, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale-allongée, peu courbe, extrémités également arquées, côté dorsal arqué, côté ventral presque vertical; vue de côté, carapace très étroite, valves sensiblement égales, très atténuées et subaiguës aux extrémités, valve gauche un peu plus grande que la droite, la plus grande largeur dans le milieu.

Dimensions : haut., 0mm56 ; larg., 0mm28; grossi 40 fois.

Pontocypris spissa, Terquem.

Pl. I, fig. 21, *a*, *b*.

Carapace lisse, cunéiforme, allongée, arrondie en avant, brusquement rétrécie et obtuse en arrière, également convexe sur les côtés; vue de côté, carapace rétrécie et obtuse aux extrémités, également arquée sur les côtés, valve gauche bordée et enveloppante.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}18$; grossi 60 fois.

Pontocypris subdeltoidea, Terquem.

Pl. II, fig. 1, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, ovale-allongée, extrémités égales et arrondies, côtés également convexes; vue de côté, carapace subdeltoïde, valves renflées, la plus grande largeur au tiers postérieur, extrémités aiguës.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}24$; grossi 50 fois.

Cette espèce typique a fourni un certain nombre de variétés, dues à la différence de sexe.

1re variété. Pl. II, fig. 2, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale-allongée, extrémités égales, arrondies, côté dorsal peu convexe, côté ventral légèrement arqué; vue de côté, carapace en forme de navette, extrémités également rétrécies et obtuses, valve gauche bordée et enveloppante, côtés arqués, la plus grande largeur dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}68$; larg., $0^{mm}37$; grossi 40 fois.

2e variété. Pl. II, fig. 3, *a*, *b*, *c*.

Carapace très finement ponctuée, ovale, un peu plus large en avant qu'en arrière, extrémités arrondies, côté dorsal convexe, côté ventral arqué; vue de côté, carapace renflée, extrémités obtuses et rétrécies, valve gauche bordée et enveloppante, côtés arqués, la plus grande largeur vers le milieu; vue de l'intérieur, valve gauche étroitement bordée.

Dimensions : haut., $0^{mm}76$; larg., $0^{mm}44$; grossi 30 fois.

3e variété. Pl. II, fig. 4, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale, un peu plus large en avant qu'en arrière, extrémités arrondies, côté dorsal presque droit, côté ventral un peu convexe; vue de côté,

carapace renflée, valve gauche bordée et enveloppante, extrémités rétrécies et obtuses, côtés arqués, la plus grande largeur au milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}34$; grossi 50 fois.

4e variété. Pl. II, fig. 5, *a*, *b*.

Carapace lisse, régulièrement ovale, extrémités également arrondies, côtés convexes ; vue de côté, valves renflées, la gauche fortement bordée et enveloppante, extrémités rétrécies et obtuses, côtés anguleux, la plus grande largeur au tiers antérieur.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}32$; grossi 50 fois.

5e variété. Pl. II, fig. 6, *a*, *b*.

Carapace lisse, régulièrement ovale, extrémités arrondies et égales, côtés convexes ; vue de côté, carapace un peu plus large en avant qu'en arrière, extrémités rétrécies et obtuses, côtés arqués, la plus grande largeur au milieu, valve gauche bordée et enveloppante.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}32$; grossi 50 fois.

6e variété. Pl. II, fig. 7, *a*. *b*.

Carapace lisse, oviforme, arrondie aux extrémités, également convexe sur les côtés ; vue de côté, carapace cunéiforme, un peu plus large en avant qu'en arrière, arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, les deux valves étroitement bordées et égales, arquées également sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}30$; grossi 50 fois.

7e variété. Pl. II, fig. 8, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale, un peu plus large en arrière qu'en avant, extrémités arrondies, côté dorsal arqué, côté ventral faiblement convexe ; vue de côté, valves renflées, toutes deux bordées, la gauche enveloppante, extrémités obtuses et rétrécies, les deux côtés arqués.

Dimensions : haut., $0^{mm}76$; long., $0^{mm}42$; grossi 30 fois.

8e variété. Pl. II, fig. 9, *a*, *b*.

Carapace lisse, suborbiculaire, extrémités également arrondies, côtés égaux et arqués ; vue de côté, carapace ovale, extrémites atténuées et obtuses, valve gauche bordée et enveloppante, côtés arqués.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; larg., $0^{mm}42$; grossi 40 fois.

Pontocypris angulosa, Terquem.

Pl. II, fig. 10, *a, b, c.*

Carapace lisse, ovale, anguleuse, arrondie en avant puis déclive, triangulaire, à angles obtus en arrière, côté dorsal droit, limité par deux angles obtus, côté ventral droit ; vue de côté, carapace oviforme, étroite en avant, subaiguë, élargie en arrière, bord des valves en saillie, côtés également arqués.

Dimensions : haut., $0^{mm}38$; larg., $0^{mm}19$; grossi 60 fois.

Variété. Pl. II, fig. 11, *a, b.*

Carapace lisse, irrégulière, arrondie en avant, triangulaire, à angles obtus en arrière, côté cardinal convexe, côté ventral légèrement concave ; vue de côté, carapace piriforme, rétrécie et obtuse en avant; plus large et obtuse en arrière, côtés également arqués, la plus grande largeur au tiers postérieur, valve gauche bordée et enveloppante.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}24$; grossi 50 fois.

Pontocypris gibbosa, Terquem.

Pl. II, fig. 12, *a, b, c.*

Carapace lisse, obovale, extrémités arrondies, la postérieure un peu plus large que l'antérieure, côté ventral droit, côté dorsal d'abord déclive puis renflé et oblique en arrière; vue de l'intérieur, valve gauche étroitement bordée, privée de lames intérieures, charnière simple; vue de côté, carapace ovale, étroite et très obtuse aux extrémités, élargie et arquée sur les côtés, valve gauche enveloppante.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}40$; grossi 40 fois.

Pontocypris piriformis, Terquem.

Pl. II, fig. 13, *a, b.*

Carapace lisse, piriforme, plus large en arrière qu'en avant, rétrécie et obtuse en avant, arrondie en arrière, également arquée sur les côtés ; vue de côté, carapace rétrécie et subaiguë aux extrémités, arquée sur les côtés, la plus grande largeur dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}36$; larg., $0^{mm}22$; grossi 60 fois.

Pontocypris spinigera, Terquem.
Pl. II, fig. 14, *a. b.*

Carapace lisse, cunéiforme, plus large en avant qu'en arrière, extrémité antérieure arrondie et munie de quelques courtes épines; extrémité postérieure rétrécie et obtuse, côtés également arqués; vue de côté, carapace très étroite, obtuse et épineuse en avant, rétrécie et aiguë en arrière, côtés également convexes.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Pontocypris abnormis, Terquem.
Pl. II, fig. 15, *a, b.*

Carapace lisse, irrégulière, extrémité antérieure d'abord arrondie, puis déclive, extrémité postérieure d'abord déclive, puis convexe, côté dorsal vertical, côté ventral onduleux; vue de côté, carapace ovale, extrémités rétrécies et obtuses, côtés également arqués, valve gauche bordée et enveloppante.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}24$; grossi 50 fois.

Pontocypris cincta, Terquem.
Pl. II, fig. 16, *a, b.*

Carapace lisse, ovale, bordée, élargie et arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, également arquée sur les côtés; vue de côté, carapace ovale, également rétrécie aux deux extrémités, régulièrement arquée sur les côtés, valve gauche enveloppante.

Dimensions : haut., $0^{mm}76$; larg., $0^{mm}44$; grossi 30.

Pontocypris suborbicularis, Terquem.
Pl. II, fig. 17, *a, b, c.*

Carapace lisse, presque aussi large que haute, un peu plus élargie en arrière qu'en avant, extrémités arrondies, côtés également arqués; vue de côté, carapace ovale, rétrécie et obtuse en avant, faiblement arquée en arrière, régulièrement arquée sur les côtés, la plus grande largeur dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}56$; larg. $0^{mm}41$; grossi 40 fois.

5e Genre ARGILLÆCIA, Sars (1).

« Carapace assez dure, munie de poils, allongée, presque aussi large en avant qu'en arrière.

» Valves subcylindriques, allongées, relativement arrondies, extrémité postérieure plus comprimée que l'antérieure. Valve gauche un peu plus grande que la droite et l'enveloppant. »

Argillæcia bigibbosa, Terquem.

Pl. III, fig. 1, *a, b.*

Carapace munie de deux gros tubercules arrondis placés l'un en avant, l'autre en arrière, ovale-allongée, déprimée, extrémités également arrondies, côtés faiblement concaves; vue à l'intérieur, valve droite, munie d'une étroite bordure, charnière simple, lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg., $0^{mm}42$; grossi 30 fois.

Argillæcia oliviformis, Terquem.

Pl. III, fig. 2, *a, b.*

Carapace lisse, ovale, également arrondie aux extrémités, côtés arqués; vue de côté, extrémités un peu rétrécies, la postérieure un peu plus large que l'antérieure, côtés régulièrement arqués, valve gauche étroitement bordée, enveloppant la droite.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}28$; grossi 50 fois.

Argillæcia glanduliformis, Terquem.

Pl. III, fig. 3, *a, b, c.*

Carapace lisse, ovale-allongée, arrondie aux extrémités, côtés également convexes; vue de côté, ovale-allongée, extrémités arrondies, l'antérieure un peu plus large que la postérieure, les deux valves étroitement bordées, sensiblement égales; vue de l'intérieur, valve droite régulièrement bordée sur tout son pourtour, charnière simple, lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

(1) Sars, *Op. cit.*, p. 17. Brady, *Challenger*, p. 39.

Argillæcia nuda, Terquem.
Pl. III, fig. 4, *a*, *b*.

Carapace finement ponctuée, ovale, un peu plus large en arrière qu'en avant, extrémités arrondies, côtés convexes; vue de côté, valve gauche plus grande que la droite, extrémités sensiblement égales, arrondies, côtés convexes, valves non bordées.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg., $0^{mm}30$; grossi 50 fois.

Argillæcia oblonga, Terquem.
Pl. III, fig. 5, *a*, *b*.

Carapace lisse, oblongue, également arrondie aux extrémités, plus arquée en arrière qu'en avant, côté dorsal convexe, côté ventral légèrement concave; vue de côté, valve gauche bordée, un peu plus grande que la droite, extrémités un peu atténuées et arrondies, côtés arqués, la plus grande largeur dans le milieu; charnière simple.

Dimensions : haut., $0^{mm}56$; larg., $0^{mm}30$; grossi 50 fois.

Argillæcia ovoides, Terquem.
Pl. III, fig. 6, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale-allongée, également arrondie aux extrémités, côtés légèrement arqués ; vue de côté, valve gauche un peu plus grande que la droite, extrémités égales et arrondies, côtés parallèles, sensiblement droits, valves non bordées.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}34$; grossi 40 fois.

6e Genre AGLAIA, Brady (1).

Brady, *Paleontographical Society,* t. XXVIII, 1874, p. 131.
— *Challenger,* p. 33.

« Carapace allongée, étroite et lisse; vue de face, plus large en avant qu'en arrière, arrondie aux extrémités; vue de côté, atténuée et pointue en avant, arrondie en arrière; valve gauche plus grande que la droite; charnière simple. »

(1) Brady, *Challenger,* p. 33.

Aglaia amygdala, Terquem.

Pl. III, fig. 7, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, ovale-allongée, extrémités arrondies, l'antérieure un peu plus large que la postérieure, côté dorsal convexe, côté ventral presque droit; vue de côté, valve gauche bordée, un peu plus grande que la droite, piriforme, extrémité antérieure très étroite et obtuse, extrémité postérieure renflée et arrondie, côtés également arqués; vue de l'intérieur, élargie et arrondie aux extrémités, bord ventral relevé et un peu convexe, côté dorsal très mince et redressé, lames terminales larges, les latérales nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

7e Genre KRITHE, Brady (1).

« Valves minces (excepté dans l'adulte) transparentes, subovales, tronquées en arrière, lisses et polies, munies d'une série de papilles étroites, circulaires et espacées. Charnière simple, formée par une légère expansion de la valve gauche, qui est reçue dans une dépression correspondante de la valve droite. »

Krithe cordiformis, Terquem.

Pl. III, fig. 8, *a*, *b*.

Carapace lisse, obovale, faiblement arquée aux extrémités, côtés légèrement concaves ; vue de côté, extrémité antérieure très rétrécie et obtuse, extrémité postérieure arquée, bilobée, cordiforme, côtés également arqués, valve gauche étroitement bordée, un peu plus grande que la valve droite.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg., $0^{mm}48$; grossi 30 fois.

Krithe inflata, Terquem.

Pl. III, fig. 9, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, ovale, faiblement réniforme, également arrondie aux extrémités, côté dorsal convexe, côté ventral concave; vue de côté, extrémité antérieure très rétrécie, obtuse, extrémité postérieure arquée, bilobée, côtés arqués, la plus grande

(1) Brady, *Challenger*, p. 133.

largeur dans le milieu ; vue de l'intérieur, valve gauche fortement bordée sur tout son pourtour ; lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

8e Genre MACROCYPRIS, Brady (1).

« Carapace allongée, atténuée aux extrémités ; valves inégales, la droite plus large que la gauche et l'enveloppant sur le dos ; ligne cardinale flexueuse ; surface lisse, polie et privée de poils. »

Macrocypris oolithica, Terquem.

Pl. III, fig. 10, *a, b, c.*

Carapace lisse, ovale, légèrement rétrécie aux extrémités et arrondie ; côté ventral sensiblement droit, côté cardinal arqué ; vue de côté, valve gauche un peu plus grande que la droite et la recouvrant sur toute sa hauteur, marquée d'une dépression vers le milieu, rétrécie et obtuse aux extrémités, renflée dans le milieu ; vue de l'intérieur, lame antérieure un peu plus large que la postérieure, nulle sur les côtés, charnière simple.

Dimensions : long., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}44$; grossi 30 fois.

Macrocypris fontinensis, Terquem.

Pl. III, fig. 11, *a, b.*

Carapace lisse, obovale. atténuée et arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, bord ventral flexueux et arqué, bord cardinal sinueux en avant et en arrière, arqué dans le milieu ; vue de l'intérieur, valve gauche régulièrement ovale, lames très larges aux extrémités, plus étroites sur les côtés, bord ventral muni d'un pli recouvrant le bord correspondant de la valve droite, bord cardinal muni d'une arête sur toute sa hauteur, charnière simple.

Dimensions : haut., $1^{mm}14$; larg., $0^{mm}50$; grossi 25 fois.

---

(1) Brady, *Challenger,* p. 40.

9e Genre CYTHERE, Muller (1) *(ex parte)*.

« Carapace duriuscule, à valves inégales, légèrement poilues aux extrémités ; surface ornée de ponctuations ou de petites excavations et de petits tubercules arrondis, plus rarement réticulés ; charnière munie de trois dents parfois effacées, deux dents sur la valve droite aux extrémités du bord cardinal et correspondant à deux fossettes de la valve gauche ; sur cette valve une dent placée près de la fossette antérieure. »

Cythere oolithica, Terquem.

Pl. II, fig. 18, *a*, *b*, *c*.

Carapace ornée de fines et nombreuses ponctuations, ovale-allongée, un peu plus large en avant qu'en arrière, extrémité antérieure arrondie et bordée, limitée par un tubercule arrondi, extrémité postérieure genouillée et obtuse, bords cardinal et pectoral obliques ; vue de côté, carapace conique, marquée d'un sinus transversal dans le milieu, extrémité antérieure élargie, bord des valves saillant, extrémité postérieure rétrécie et obtuse, côtés convexes ; vue de l'intérieur, valve droite arrondie en avant, triangulaire en arrière, sensiblement droite sur les côtés, bord cardinal marqué d'un sillon étroit.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}28$; grossi 50 fois.

Cythere fontinensis, Terquem.

Pl. II, fig. 19, *a*, *b*.

Carapace lisse, conique, plus large en avant qu'en arrière, extrémité antérieure arquée, limitée du côté cardinal par un sinus et une petite protubérance hémisphérique, extrémité postérieure rétrécie et arrondie, côtes obliques ; vue de l'intérieur, valve droite, extrémité antérieure très large et arquée, extrémité postérieure arrondie, côtés obliques, dents cardinales très petites, lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

Cythere impressa, Terquem.

Pl. II, fig. 20, *a*, *b*, *c*, *d*.

Carapace lisse, ovale, cunéiforme, extrémité antérieure arrondie, plus large que la postérieure, rétrécie et obtuse, côtés faiblement convexes ; vue du côté ventral,

(1) Muller, *Entomostraca*, p. 63-65. *Seu insecta testacea*, etc. Brady, *Challenger*, p. 62.

suture saillante, extrémités rétrécies et aiguës, côtés renflés dans le milieu ; vue du côté cardinal, extrémités aiguës, suture déprimée dans le milieu ; vue en dessus, carapace cordiforme, côtés régulièrement arqués, côté antérieur en forme de cœur, suture saillante, angles latéraux arrondis.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}18$; grossi 60 fois.

10e Genre CYTHEROPSIS, Sars (1).

« Carapace large et comprimée en avant, beaucoup plus étroite en arrière et assez renflée, presque déprimée ; valves minces, surface transparente, également convexe et ornée de quelques tubercules arrondis et assez grands. Charnière formée d'une grande arête occupant la moitié antérieure de la valve gauche et correspondant à une fossette allongée au sillon de la valve droite. »

Nous trouvons cette diagnose incomplète et, nous la croyons susceptible d'être modifiée en partie : charnière formée, comme dans le genre *Cytheridea,* de dents pectinées et, de plus, pourvue, dans l'intervalle des dents, d'un long sillon recevant une arête du bord ventral.

Comme ni Sars ni Brady ne mentionnent la présence de dents pectinées, nous avons quelques doutes sur l'exactitude de la rectification que nous donnons pour la diagnose du genre ; nous renvoyons à l'observation produite à l'article *Bairdia.*

D'après la diagnose, le sillon doit se trouver sur la valve droite et l'arête correspondante sur la valve gauche ; mais comme deux carapaces présentent des dispositions inverses, c'est-à-dire que le sillon se trouve parfois sur la valve gauche, nous en concluons que le genre *Cytheropsis* possède des *carapaces senestres.*

Cytheropsis tenuipunctata, Terquem.

Pl. III, fig. 12, *a, b.*

Carapace ornée de fines et nombreuses ponctuations superficielles, ovale, un peu plus large en avant qu'en arrière, arquée sur les côtés, extrémités arrondies ; vue à l'intérieur, valve gauche, bord cardinal muni d'un large sillon, bord ventral relevé en forme d'arête, lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; larg., $0^{mm}42$; grossi 40 fois.

Cytheropsis oblique-punctata, Terquem.

Pl. III, fig. 13, *a. b, c.*

Carapace ornée de fines ponctuations disposées en lignes obliques, ovale-allongée,

(1) Sars, *loc. cit.,* p, 57.

également arrondie aux extrémités, convexe sur le côté dorsal, légèrement concave sur le côté ventral; vue de côté, extrémité postérieure un peu plus renflée que l'antérieure, extrémités arrondies, les côtés faiblement convexes, la plus grande largeur au quart postérieur, bordure des valves dépassant un peu les extrémités; vue de l'intérieur, valve droite munie d'un étroit sillon dans l'intervalle des dents cardinales, bord ventral relevé en arête, lames terminales larges, les latérales nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

Cytheropsis punctulata, Terquem.

Pl. III, fig. 14, *a*, *b*.

Carapace ornée de ponctuations espacées et d'autres nombreuses et très fines, ovale, également arrondie aux extrémités, arquée sur le côté cardinal, presque verticale sur le côté ventral; vue de l'intérieur, valve gauche, fossettes cardinales larges, intervalle muni d'un sillon large et profond, bord ventral relevé en forme d'arête, lames intérieures assez larges aux extrémités, nulles sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}38$; grossi 40 fois.

11e Genre CYTHERIDEA, Bosquet (1).

« La charnière des *Cytheridea* (à peu près semblable à celle des Nucules et des Pétoncles) est formée sur la valve droite de deux séries de 6 à 8 petites dents, égales en grandeur, insérées sur deux parties un tant soit peu saillantes des deux extrémités de l'étroit bord dorsal et correspondant à deux séries de petites fossettes, également munies de dents et placées sur une partie abaissée du côté interne du bord cardinal de la valve opposée. »

A l'intérieur les lames antérieure et postérieure sont assez prononcées.

Les *Cytheridea* sont très variables en nombre selon qu'ils se trouvent à l'état vivant ou fossile; dans nos mers actuelles, ils sont tellement rares que Brady, dans le *Challenger,* n'a eu qu'une *espèce à mentionner.*

A l'état fossile, le Pliocène en contient à peu près autant que de *Cythere;* dans le Fuller's-earth de la Moselle, le nombre des *Cythere* est réduit à quelques rares espèces, tandis que celui des *Cytheridea* est considérable. Cette observation demande à être démontrée pour d'autres terrains plus anciens ou plus récents que le Fuller's.

(1) Bosquet, *Op. cit.*, p. 37. — Brady, *Challenger,* p. 111.

Nous avons exposé dans la diagnose du genre que la position des dents cardinales n'était pas identique sur les deux valves en saillie sur le bord cardinal de la valve droite ; ces dents sont au contraire placées dans une fossette, en contre-bas du bord cardinal de la valve gauche. Nous avons trouvé deux espèces qui présentent ces dents dans une position inverse et nous en avons conclu qu'il arrivait pour les Ostracodes le même phénomène que pour certains Gastéropodes, qui, exceptionellement, ont leur enroulement de gauche à droite et qu'on appelle *senestres*.

Nous ne croyons pas que cette observation ait jamais été appliquée à des Mollusques bivalves.

Les *Cytheridea* sont très variées dans leurs ornements et leurs formes, qui reproduisent extérieurement celles qui sont propres à plusieurs autres genres; pour obtenir une classification exacte, il faut nécessairement le concours de valves isolées pour connaître l'intérieur des valves.

Cytheridea simplex, Terquem.

Pl. III, fig. 15, *a, b.*

Carapace lisse, ovale, plus large en avant qu'en arrière, arrondie et entourée d'une étroite bordure en avant, rétrécie et obtuse en arrière, côté dorsal formé de deux arcs concaves, joints dans le milieu, côté ventral arqué ; vue de l'intérieur, extrémité antérieure arrondie, la postérieure subtriangulaire obtuse, côté ventral replié, côté cardinal droit, lames intérieures grandes, se continuant sur le côté ventral.

Dimensions : haut., $0^{mm}70$; larg., $0^{mm}41$; grossi 30 fois.

1re variété. Pl. III, fig. 16, *a, b.*

Carapace lisse, ovale-allongée, beaucoup plus large en avant qu'en arrière et fortement bordée, arrondie aux extrémités, bord cardinal arqué, bord ventral biconcave ; vue de l'intérieur, les deux côtés relevés, lames intérieures larges.

Dimensions : haut., $0^{mm}68$; larg., $0^{mm}40$; grossi 40 fois.

2e variété. Pl. III, fig. 17, *a, b.*

Carapace lisse, ovale-allongée, arrondie aux extrémités, beaucoup plus large en avant qu'en arrière et fortement bordée ; vue de côté, carapace étroite, ovoïde, rétrécie et obtuse aux extrémités, côtés également arqués, valve gauche bordée et un peu plus grande que la droite.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}34$; grossi 40 fois.

Cytheridea limbata, Terquem.

Pl. III, fig. 18, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, ovale-allongée, entourée d'une étroite bordure, extrémités également arrondies, côté cardinal faiblement arqué, côté ventral droit; vue de côté, valves sensiblement égales, comprimées, extrémités rétrécies et obtuses, côtés arqués, la plus grande largeur dans le milieu; vue de l'intérieur, lames terminales étroites et arquées, lames latérales nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}66$; larg., $0^{mm}36$; grossi 40 fois.

Cytheridea cuneiformis, Terquem.

Pl. IV, fig. 1, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, cunéiforme, arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, également convexe sur les côtés, puis atténuée; vue de côté, valve gauche étroitement bordée, un peu plus grande que la droite, atténuée et obtuse aux deux extrémités, côtés renflés et arqués, la plus grande largeur dans le milieu; vue de l'intérieur, valve droite, dents cardinales sur l'arête, lames intérieures, l'antérieure arquée, la postérieure triangulaire, se continuant sur le bord ventral.

Dimensions : haut., $0^{mm}30$; larg., $0^{mm}12$; grossi 80 fois.

Cytheridea ovalis, Terquem.

Pl. IV, fig. 2, *a*, *b*.

Carapace lisse, avec un pli semi-lunaire en avant, extrémités arrondies, l'antérieure plus large que la postérieure, côtés obliques; vue de l'intérieur, valve gauche bordée, dents cardinales dans les fossettes, extrémités arrondies, lames intérieures étroites, se continuant sur le côté ventral.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}31$; grossi 40 fois.

Cytheridea inornata, Terquem.

Pl. IV, fig. 3, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale, un peu plus large en arrière et plus arrondie qu'en avant, côtés convexes, égaux; vue de l'intérieur, valve droite étroitement bordée, bord cardinal un peu plus arqué que le bord ventral, lames intérieures nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}42$; grossi 30 fois.

Cytheridea fabacea, Terquem.

Pl. IV, fig. 4, *a, b, c.*

Carapace lisse, ovale, extrémités égales, arrondies, arquée sur le côté dorsal, presque droite sur le côté ventral; vue de côté, carapace ovale-allongée, valve gauche un peu plus grande que la droite, côtés arqués; vue de l'intérieur, valve gauche étroitement bordée, fossettes peu profondes, lames intérieures arquées, se continuant sur le côté ventral.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}38$; grossi 40 fois.

Cytheridea vetusta, Terquem.

Pl. IV, fig. 5, *a, b.*

Carapace ornée de tubercules peu élevés et d'un gros tubercule arrondi au quart antérieur, extrémités arrondies et munies d'un large rebord, plus large en avant qu'en arrière, côté dorsal arqué, côté ventral du bord concave, puis convexe; vue de l'intérieur, extrémités étalées, bord ventral replié sur toute sa hauteur, bord cardinal relevé, lames intérieures larges.

Dimensions : haut., $0^{mm}66$; larg., $0^{mm}37$; grossi 40 fois.

Variété. Pl. IV, fig. 6, *a, b.*

Carapace ornée de tubercules peu élevés et d'une dépression dans le milieu, extrémités également arrondies, munie d'un pli en avant, côté ventral d'abord convexe, puis concave, côté dorsal d'abord concave, puis convexe; vue de l'intérieur, valve droite, dents cardinales larges, bord cardinal concave dans le milieu, bord ventral presque droit et relevé sur toute sa hauteur. lames internes très larges.

Dimensions : haut., $0^{mm}75$; larg., $0^{mm}40$, grossi 30 fois.

Cytheridea depressa, Terquem.

Pl, IV, fig. 7, *a, b.*

Carapace munie d'un anneau allongé, surface déprimée, comme scarifiée, ponctuations rares et profondes, extrémité antérieure arrondie et largement bordée, extrémité postérieure plus étroite, trigone, côté cardinal droit, côté ventral sinueux dans le milieu; vue de l'intérieur, valve droite, obliquement arrondie en avant, subanguleuse en arrière, côté ventral concave et replié dans le milieu, côté dorsal

relevé, un point brillant dans le milieu, situé aux deux tiers de la hauteur, lames intérieures peu larges.

Dimensions : haut., $0^{mm}70$; larg., $0^{mm}32$; grossi 30 fois.

Cytheridea perforata, Terquem.

Pl. IV, fig. 8, *a, b.*

Carapace ornée de ponctuations grandes et nombreuses, extrémités arrondies, l'antérieure un peu plus large que la postérieure, côtés droits et parallèles, le dorsal terminé en arrière par un angle obtus ; vue de l'intérieur, valve gauche bordée, arrondie aux extrémités, parallèle sur les côtés, lames intérieures nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

Cytheridea approximata, Terquem.

Pl. IV. fig. 9, *a, b.*

Carapace ornée de protubérances, oblongue, plus large en avant qu'en arrière, extrémités arrondies, côté ventral concave dans le milieu, côté dorsal onduleux ; vue de côté, carapace conique, à valves sensiblement égales, élargie et arquée en avant, étroite et obtuse en arrière, suture large, surface ornée de protubérences qui rendent les côtés onduleux.

Dimensions : haut., $0^{mm}80$; larg., $0^{mm}36$; grossi 30 fois.

Cytheridea punctatella, Terquem.

Pl. IV, fig. 10, *a, b.*

Carapace ornée de fines ponctuations espacées et disposées suivant des lignes verticales, ovale-allongée, extrémité antérieure d'abord arrondie puis déclive, extrémité postérieure convexe dans le milieu, puis concave à droite et à gauche, côté dorsal vertical, limité en arrière par un angle obtus, côté ventral concave dans le milieu, convexe dans le haut et le bas ; vue de côté, carapace ovale, plus renflée en arrière qu'en avant, extrémité antérieure étroite et obtuse, extrémité postérieure arrondie, rendue saillante dans le milieu par le bord de la valve gauche, côtés arqués.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}22$; grossi 50 fois.

Cytheridea picturata, Terquem.
Pl. IV, fig. 11, *a, b.*

Carapace ornée d'une côte enroulée et de deux côtes arquées concentriques, ovale, arquée aux extrémités, beaucoup plus large en avant qu'en arrière, convexe sur le côté ventral, arquée sur le côté dorsal; vue de l'intérieur, arrondie aux extrémités, relevée sur les côtés, plus arquée sur le côté cardinal que sur le côté ventral, fossette cardinale grande, lame interne arquée en avant, triangulaire en arrière.

Dimensions : haut., $0^{mm}74$; larg., $0^{mm}50$; grossi 30 fois.

1re variété. Pl. IV, fig. 12.

Carapace ornée de tubercules élevés, ovale-allongée, bordée sur tout son pourtour, un peu plus large en avant qu'en arrière, arrondie aux extrémités, arquée sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}85$; larg., $0^{mm}48$; grossi 30 fois.

2e variété. Pl. IV, fig. 13, *a, b.*

Carapace à valves dissemblables, l'une ornée de tubercules en lignes transversales, l'autre de côtes contournées et de côtes verticales, ovale, largement bordée, plus large en avant qu'en arrière, arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, côtés également convexes; vue de côté, carapace ovoïde, bord des valves saillant, côtés également arqués.

Dimensions : haut., 1^{mm}; larg., $0^{mm}54$; grossi 25 fois.

3e variété. Pl. IV, fig. 14.

Carapace ornée de tubercules superficiels et d'une côte en forme de C, ovale, plus large en avant qu'en arrière, arquée en avant, rétrécie et obtuse en arrière, également arquée sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}80$; larg., $0^{mm}40$; grossi 30 fois.

4e variété. Pl. IV, fig. 15, *a, b.*

Carapace ornée de côtes diversement contournées, ovale, bordée en avant; vue de l'intérieur, extrémités arrondies, côtés droits, relevés, lames intérieures étroites, les latérales nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}80$; larg., $0^{mm}45$; grossi 30 fois.

Cytheridea nebulosa, Terquem.

Pl. IV, fig. 16, *a, b, c.*

Carapace ornée de tubercules divers et espacés, ovale-allongée, extrémités égales et arrondies, côté dorsal droit, côté ventral légèrement concave dans le milieu ; vue de côté, carapace ovoïde, extrémité antérieure arquée, la postérieure subtriangulaire, bordure repliée en avant, saillante en arrière, côtés convexes et onduleux ; vue de l'intérieur, valve gauche régulièrement ovale, dents cardinales grandes, lames internes étroites.

Dimensions : haut., $0^{mm}85$; larg., $0^{mm}44$; grossi 30 fois.

1re variété. Pl. IV, fig. 17, *a, b.*

Carapace ornée de tubercules nombreux et arrondis, ovale-allongée, extrémités égales et arquées, côté dorsal légèrement concave dans le milieu, côté ventral plus concave ; vue de côté, carapace ovale, plus étroite en avant qu'en arrière, extrémité antérieure obtuse, la postérieure arrondie, suture large, bord épais et saillant en arrière.

Dimensions : haut., $0^{mm}82$; larg., $0^{mm}44$; grossi 30 fois.

2e variété. Pl. IV, fig. 18, *a, b.*

Carapace ornée de tubercules très espacés et allongés, ovale-allongée, plus large en avant qu'en arrière, extrémités largement bordées et arrondies, côté ventral droit, côté dorsal vertical et limité par un pli antérieur ; vue de côté, carapace conique, étroite et obtuse en avant, élargie et arrondie en arrière, bord des valves saillant, côtés obliques et rendus onduleux par les tubercules.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}36$; grossi 40 fois.

Cytheridea vermiculata, Terquem.

Pl. IV, fig. 19, *a, b.*

Carapace ornée de tubercules allongés et transversaux, renfermés dans un anneau oblong, ovale, beaucoup plus large en avant qu'en arrière, extrémité antérieure arrondie, la postérieure rétrécie en une pointe obtuse, côtés également convexes ; vue de l'intérieur, valve droite, dents cardinales très petites, bord ventral replié, lames internes très étroites, ne se continuant pas sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

Cytheridea trapezoidalis, Terquem.
Pl. IV, fig. 20, *a, b, c.*

Carapace marquée de fines ponctuations, trapézoïdale, un peu plus large en avant qu'en arrière, extrémité antérieure arrondie puis déclive, extrémité postérieure subtriangulaire, à angles obtus, côté cardinal légèrement concave, côté ventral convexe ; vue de l'intérieur, valve droite, un repli sur le bord ventral, côté dorsal droit, dents cardinales sur une arête élevée, lames internes larges, ne se continuant pas sur les côtés; vue intérieure de la valve gauche, fossettes des dents larges, côté dorsal relevé, côté ventral replié, lames intérieures se continuant sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}34$; grossi 40 fois

Cytheridea cylindrica, Terquem.
Pl. V, fig. 1, *a, b.*

Carapace lisse, ovale-allongée, large et arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, côtés sensiblement parallèles, légèrement convexes; vue de côté, carapace cylindrique, fortement bordée, un peu déprimée dans le milieu, extrémité antérieure arrondie, la postérieure en forme d'accolade par la saillie du bord des valves, côtés parallèles et droits.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg., $0^{mm}42$; grossi 30 fois.

Cytheridea ampla, Terquem.
Pl. V, fig. 2, *a, b, c.*

Carapace couverte d'un treillis pentagonal et de ponctuations espacées, renflées, plus large en avant qu'en arrière, arrondie en avant, obtuse en arrière, oblique sur le côté dorsal, convexe sur le côté ventral, extrémités largement bordées; vue sur le côté cardinal, carapace plus large en arrière qu'en avant, arrondie aux extrémités, bord très saillant aux extrémités, presque nul dans le milieu, côtés légèrement concaves; vue du côté ventral, carapace un peu plus large en arrière qu'en avant, faisant un repli, dans le milieu, de la valve droite sur la gauche.

Dimensions : haut., $1^{mm}20$; larg., $0^{mm}66$; grossi 20 fois.

Variété. Pl. V, fig. 3, *a, b.*

Carapace marquée de plusieurs plis concentriques et ornée en avant et dans le

milieu de ponctuations profondes, ovale, renflée, bordée sur tout son pourtour, plus large en avant qu'en arrière, arrondie aux extrémités, arquée sur les côtés ; vue de côté, carapace équivalve, bord des valves dépassant aux extrémités, arrondie en avant et en arrière, côtés également et légèrement convexes.

Dimensions : haut., $0^{mm}92$; larg., $0^{mm}54$; grossi 25 fois.

Cytheridea caudata, Terquem.

Pl. V, fig. 4, *a*, *b*.

Carapace ornée de trois côtes verticales, valve gauche, arrondie en avant, genouillée, obtuse et comme mucronée en arrière, côté cardinal un peu concave, côté ventral oblique ; vue de l'intérieur, dents cardinales très petites, bord antérieur denticulé, côté ventral relevé, lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}28$; grossi 40 fois.

1re variété. Pl. V, fig. 5.

Carapace ornée de deux côtes, l'une droite, l'autre repliée, arrondie en avant et un peu plus large qu'en arrière, postérieurement subtrigone et obtuse, côté cardinal droit, côté ventral concave dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

2e variété. Pl. V, fig. 6.

La même forme que dessus, valve entièrement lisse.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}24$; grossi 50 fois.

Cytheridea exornata, Terquem.

Pl. V, fig. 7, *a*, *b*, *c*.

Carapace couverte d'un treillis de losanges et de quelques côtes contournées, ovale, un peu plus large en avant qu'en arrière, arrondie en avant, anguleuse en arrière, côtés légèrement concaves ; vue de côté, carapace entourée d'une nervure, valve gauche un peu plus grande que la droite, extrémités saillantes ; vue de l'intérieur, bords repliés, lames intérieures se continuant sur les côtés, un point brillant dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}36$; grossi 30 fois.

Cytheridea contorta, Terquem.

Pl. V, fig. 8, *a, b.*

Carapace lisse, marquée d'un gros pli en arrière et d'une dépression dans le milieu, valve gauche très allongée, contournée, irrégulière, étroite, arrondie en avant, étroite et obtuse en arrière, côté cardinal arqué dans le haut, puis déclive, côté ventral convexe dans le haut, puis arqué; vue de l'intérieur, extrémité antérieure arrondie, la postérieure anguleuse, côtés arqués et relevés, lames intérieures étroites, non continues sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}53$; larg., $0^{mm}20$; grossi 50 fois.

Cytheridea anomala, Terquem.

Pl. V, fig. 9, *a, b.*

Carapace ornée de ponctuations peu profondes et d'un pli dans le milieu, ovale, élargie et arrondie en avant, étroite et obtuse en arrière, arquée sur le bord cardinal, oblique sur le bord ventral; vue de l'intérieur de la valve droite, bord cardinal relevé, dents placées dans des fossettes et dirigées vers l'intérieur de la valve, bord ventral muni d'un pli à la partie supérieure, puis relevé; lames intérieures se continuant sur tout le pourtour de la valve.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}34$; grossi 30 fois.

Cytheridea sinistra, Terquem.

Pl. V, fig. 10, *a, b.*

Carapace ornée en avant d'excavations sur trois arcs concentriques, dans le milieu d'excavations sur des lignes verticales et renfermées dans un anneau ovale; valve droite un peu plus large en avant qu'en arrière et arrondie, rétrécie en arrière, en une pointe courte et obtuse, côtés sinueux dans le milieu, convexe en avant et en arrière; vue de l'intérieur, dents cardinales dans les fossettes à droite, extrémité antérieure arrondie, extrémité postérieure anguleuse et obtuse, lames internes se continuant sur le côté ventral, un point brillant au quart antérieur.

Dimensions : haut., $0^{mm}68$; larg., $0^{mm}40$; grossi 30 fois.

Ces deux espèces se font remarquer par la disposition de la charnière de la valve droite, *les dents se montrent dans des fossettes,* caractère essentiel de la valve gauche; ce qui conduit à admettre qu'exceptionnellement pour les Ostracodes, il peut, comme pour les Gastéropodes, exister des coquilles dextres et senestres.

12e Genre LOXOCONCHA, Sars (1).

« Carapace à valves subégales, assez minces, subrhomboïdales ; surface également convexe, ornée de petites fossettes ou de quelques tubercules arrondis ; charnière munie de deux dents cardinales plus ou moins saillantes aux extrémités de la ligne cardinale. Bord ventral, près du milieu, assez saillant et mince. »

Ce genre est muni d'une charnière identique à celle des *Cythere* et en a été détaché par la forme subrhomboïdale et sexangulaire de la carapace, vue de côté.

Loxoconcha ambigua, Terquem.

Pl. V, fig. 11, *a*, *b*.

Carapace ornée de protubérances espacées, verticales et transversales et de ponctuations, ovale, arrondie en avant, rétrécie, subtriangulaire, obtuse en arrière, côté dorsal droit, côté ventral arqué ; vue de côté, carapace à valves égales, conique, étroite et arrondie en avant, élargie au quart postérieur puis brusquement rétrécie et terminée en une longue pointe subaiguë, côtés obliques et onduleux.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

Loxoconcha irregularis, Terquem.

Pl. V, fig. 12, *a*, *b*.

Carapace lisse, irrégulièrement ovale, rétrécie et obtuse aux extrémités, arquée sur le côté dorsal, oblique, puis arrondie sur le côté ventral et munie d'un sinus ; vue de côté, carapace subhexagonale, angles obtus, extrémités obliques le long du prolongement du bord des valves, extrémités aiguës, côtés parallèles, milieu légèrement déprimé.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}25$; grossi 60 fois.

Loxoconcha æqualis, Terquem.

Pl. V, fig. 13, *a*, *b*.

Carapace ornée de tubercules allongés, ovale, un peu plus large en avant qu'en arrière, arrondie et subanguleuse aux extrémités, côté dorsal concave, côté ventral droit ; vue de côté, carapace irrégulièrement hexagonale, plus large en arrière

(1) Sars, *Op. cit.*, p. 61. Brady, *Challenger*, p. 116.

qu'en avant, les trois angles antérieurs courts, les postérieurs plus longs, côtés obliques, angles subaigus.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}22$; grossi 50 fois.

Loxoconcha conica, Terquem.

Pl. V, fig. 14, *a, b.*

Carapace ornée d'une côte longitudinale et de quelques plis irréguliers, ovale, plus large en avant qu'en arrière, arrondie et munie de cinq dentelures en avant, anguleuse puis arrondie en arrière, côtés obliques; vue de côté, carapace conique, plus large en arrière qu'en avant, arrondie en avant, anguleuse en arrière, bord des valves allongé et saillant à chaque extrémité, côtés égaux et obliques.

Dimensions : haut., $0^{mm}36$; larg., $0^{mm}18$; grossi 60 fois.

Loxoconcha cuneiformis, Terquem.

Pl. V, fig. 15, *a, b.*

Carapace lisse, cunéiforme, élargie et arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, côtés également convexes et obliques; vue de côté, carapace subhexagonale, extrémité antérieure un peu plus étroite que la postérieure, déclive en avant et en arrière le long du prolongement des valves, côtés parallèles et obliques.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}16$; grossi 60 fois.

Loxoconcha annulata, Terquem.

Pl. V, fig. 16, *a, b.*

Carapace ornée de ponctuations, déprimée dans le milieu et munie d'un anneau oblong, ovale, arrondie en avant, trigone en arrière, à angles obtus, verticale sur le côté dorsal, concave sur le côté ventral; vue de côté, carapace conique, subhexagonale, plus étroite en avant qu'en arrière, arrondie en avant, anguleuse en arrière, saillie du bord des valves, subaiguë à chaque extrémité, côtés également obliques.

Dimensions : haut., $0^{mm}34$; larg., $0^{mm}17$; grossi 70 fois.

Loxoconcha senilis, Terquem.

Pl. V, fig. 17, *a, b.*

Carapace lisse, irrégulière, un peu plus étroite en avant qu'en arrière; obtuse et

irrégulière en avant, arquée en arrière, convexe sur les côtés ; vue de côté, carapace sexangulaire fortement bordée, extrémités triangulaires, côtés parallèles, droits, déterminant six angles droits.

Dimensions : haut., 0^{mm}40 ; larg., 0^{mm}24 ; grossi 60 fois.

13^{e} Genre CYPRIDEIS, Jones (1).

Jones, *Entomostraca of the Tertiary formations of England.*

Brady, *On species of Ostracoda new to Britain*, p. 4.

« Valves inégales, assez épaisses, ovale-allongées, obtuses en avant et en arrière, également convexes, uniformément ponctuées ou ornées de tubercules arrondis et espacés. Charnière formée d'une série de nombreuses et très petites dents qui rendent la ligne cardinale finement crénelée. »

Sars et Brady ne font pas mention, dans la diagnose, des dents cardinales propres aux *Cytheridea*, qui accompagnent les dents sériales ; ils ne parlent pas davantage des anomalies que présentent ces dents sériales, qui se montrent tantôt sur le bord cardinal, tantôt sur le bord ventral ou sur les deux bords des valves.

Nous avons figuré parmi les Ostracodes du Pliocène de l'île de Rhodes, un *Cytheridea pinguis*, R. Jones, (pl. XIV, fig. 18), qui doit être rapporté au genre *Cytherideis*.

Cyprideis sigma, Terquem.

Pl. V, fig. 18, *a*, *b*.

Carapace ornée d'excavations disposées en ligne droite et en forme d'S, ovale, arrondie aux extrémités, plus large en avant qu'en arrière, arquée sur les côtés ; vue de l'intérieur, pourtour bordé, lame très large aux extrémités, étroite sur le côté cardinal, dents cardinales à l'extrémité du bord, intervalle finement denticulé.

Dimensions : haut., 0^{mm}70 ; larg., 0^{mm}38 ; grossi 40 fois.

Cyprideis impressa, Terquem.

Pl. V, fig. 19, *a*, *b*.

Carapace ornée de ponctuations larges et espacées en simples impressions, transparente, ovale, élargie et arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, côté dor-

(1) Jones, *Post-tertiary Entomostraca*. Brady, *Challenger*, p. 146.

sal arqué, côté ventral presque vertical, tous deux déclives en arrière ; vue de l'intérieur, bord ventral replié en dedans sur toute sa hauteur, bord dorsal arqué, dents cardinales très petites, intervalle finement denticulé, lames internes très étroites. Fort rare.

Dimensions : haut., $0^{mm}74$; larg., $0^{mm}36$; grossi 40 fois.

Cyprideis ovalis, Terquem.

Pl. V, fig. 20, *a, b.*

Carapace lisse, déprimée transversalement dans le milieu, ovale-aiguë, arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, également arquée sur les côtés et déclive en arrière ; vue à l'intérieur, valve bordée et munie d'un sillon sur le bord cardinal, dents cardinales très petites, dents sériales plus grandes, lames intérieures se continuant tout autour de la valve. Fort rare.

Dimensions : haut., $0^{mm}70$; larg., $0^{mm}30$; grossi 30 fois.

Cyprideis irregularis, Terquem.

Pl. V, fig. 21, *a, b.*

Carapace ornée de protubérances irrégulières et de deux côtes verticales, valve droite allongée, irrégulière, arrondie en avant, étroite et anguleuse en arrière, onduleuse sur le côté dorsal, arquée sur le côté ventral ; vue à l'intérieur, lame intérieure nulle, côté ventral replié en dedans ; côté dorsal muni de dents cardinales plus grandes que les dents sériales, qui occupent toute la hauteur du bord. Très rare.

Dimensions : haut., 1^{mm} ; larg., $0^{mm}40$; grossi 30 fois.

Cyprideis sexangularis, Terquem.

Pl. VI, fig. 1, *a, b, c.*

Carapace ornée de quelques tubercules espacés, ovale-allongée, élargie et arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, côté dorsal d'abord concave, puis convexe, côté ventral légèrement arqué ; vue de côté, carapace subsexangulaire, extrémités arrondies, bords des valves saillants aux extrémités, côtés légèrement concaves, arrondis aux angles ; vue de l'intérieur de la valve gauche, dents cardinales dans les fossettes, dans l'intervalle des dents sériales sur l'arête interne, bord externe muni d'un sillon, lames antérieure et postérieure assez larges.

Dimensions : haut., $0^{mm}81$; larg., $0^{mm}42$; grossi 30 fois.

Variété. Pl. VI, fig. 1, *d*.

Carapace ovale, très renflée, repliée en dedans sur les deux côtés, valve gauche, les dents cardinales dans les fossettes, les dents sériales sur le repli de la valve ; lame intérieure arquée en avant, triangulaire en arrière.

Dimensions : long., $0^{mm}78$; larg., $0^{mm}50$; grossi 30 fois.

Cyprideis harpula, Terquem.

Pl. VI, fig. 2, *a*, *b*, *c*.

Carapace ornée d'excavations disposées en lignes verticales et en anneau au milieu, irrégulièrement ovale, élargie en avant, arrondie, puis déclive, étroite et arrondie en arrière, côté dorsal arqué, côté ventral allongé, oblique ; vue de côté, valves sensiblement égales, fortement bombées et saillantes en arrière, plus larges qu'en avant, arrondies aux extrémités ; vue de l'intérieur, valve gauche, bord cardinal un peu replié dans le milieu, dents cardinales dans les fossettes, dents sériales sur le bord ventral.

Dimensions : haut., $0^{mm}66$; larg., $0^{mm}38$; grossi 40 fois.

Cyprideis duplicata, Terquem.

Pl. VI, fig. 3, *a*, *b*.

Carapace ornée de ponctuations espacées, droite, ovale-allongée, extrémités arrondies, plus large en avant qu'en arrière, arquée sur le côté dorsal, verticale sur le côté ventral ; vue de l'intérieur, valve droite, dents cardinales sur l'arête, les deux côtés munis de dents sériales, lames internes en avant et en arrière assez larges, nulles sur les côtés. Fort rare.

Dimensions : haut., $0^{mm}67$; larg., $0^{mm}34$; grossi 40 fois.

14e Genre PSEUDOCYTHERE, Sars (1).

« Valves minces et transparentes, arrondies en avant, obtuses en arrière ; charnière simple.

(1) Sars, *Op. cit.*, p. 87. Brady, *Challenger*, p. 144.

» Extrémité antérieure très arrondie, la postérieure subitement allongée en une expansion étroite et obtuse à son sommet, creusée en forme de gouttière à l'intérieur. »

Pseudocythere ampla, Terquem.

Pl. VI, fig. 4, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, allongée, ovale, arrondie en avant, rétrécie en forme de bec en arrière, arrondie sur le côté dorsal, puis brusquement déclive, la plus grande largeur vers le milieu, bord ventral arqué; vue de côté, valves égales, aiguës aux extrémités, renflées dans le milieu; vue de l'intérieur, valve gauche munie d'un repli sur le bord cardinal, lame intérieure se continuant sur les côtés; le prolongement postérieur creusé en sillon; au tiers antérieur, un point brillant orbiculaire non visible extérieurement. Très rare.

Dimensions : haut., $0^{mm}92$; larg., $0^{mm}48$; grossi 30 fois.

Cette espèce se montre identique de forme et de taille dans le Lias moyen de la Moselle.

Variété. Pl. VI, fig. 5, *a*, *b*.

Une variété s'est montrée plus allongée et plus étroite que le type; l'intérieur est privé de lames, et le rostre très court.

Dimensions : haut., $1^{mm}10$; larg., $0^{mm}48$; grossi 30 fois.

Pseudocythere angusta, Terquem.

Pl. VI, fig. 6, *a*, *b*, *c*.

Carapace lisse, ovale-allongée, en forme de massue, élargie en avant, rétrécie en arrière, subacuminée en un bec court; côté dorsal faiblement arqué, côté ventral déclive; vue de côté, valves égales, comprimées, obtuses en avant, subaiguës en arrière, côtés renflés au tiers antérieur, très déclives en arrière; vue de l'intérieur, valve gauche bordée, lames intérieures assez larges, prolongement très court, canaliculé. Commun.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; larg., $0^{mm}34$; grossi 40 fois.

15e Genre CYPRIDINA, Milne-Edwards (1).

« Valves minces, parfois flexibles, cornéo-calcaire, surface lisse et brillante, légèrement poilue. Entaille étroite et finement pectinée sur le bord. Extrémité antérieure subacuminée en avant et recourbée en arrière ; extrémités des valves un peu étroites en arrière, munies à l'intérieur d'une duplicature de manière à ce qu'une arête de la valve gauche corresponde à un sillon de la droite. »

Cypridina infraoolithica, Terquem.

Pl. VI, fig. 7, *a*, *b*.

Carapace lisse, brillante, transparente, ovale, un peu plus étroite en avant qu'en arrière et munie d'un court rostre arrondi et obtus, arrondie en arrière et marquée d'une pointe obtuse, également arquée sur les côtés; vue de côté, valve gauche bordée, dépassant et enveloppant la valve opposée; les deux extrémités atténuées et obtuses, les côtés renflés et arqués, la plus grande largeur dans le milieu. Fort rare.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}34$; grossi 50 fois.

16e Genre POLYCOPE, Sars (2).

« Valves arrondies, assez renflées, minces et fragiles, structure cornéo-calcaire, bord dorsal muni d'un sillon assez profond près de la ligne cardinale. Valves finement ponctuées et réticulées d'excavations polygonales. »

Sars indique la présence de ce genre dans plusieurs localités de la mer du Nord jusqu'aux îles de Loforten. Brady signale une espèce sur les falaises de Baia et dans le port de Messine. Pour le *Polycope compressa* (Annals and Magazin of natural history, 1869, p. 362, pl. xxi, fig. 5-11) Brady indique dans la description que *le bord cardinal est finement denticulé et porte quinze dents étroites et aiguës.*

Sars ne mentionne ce caractère pour aucune des espèces qu'il décrit; caractère que nous n'avons pas reconnu sur les espèces du Fuller's-earth ni sur celles du Lias.

Nous ferons remarquer que le sillon existe sur tout le pourtour de la valve droite et que la valve gauche est munie d'une arête orbiculaire correspondante.

(1) *Challenger*, p. 155.
(2) Sars, *Op. cit.*, p. 121. Brady, *Challenger*, p. 361.

Polycope suborbicularis, Terquem.
Pl. VI, fig. 8, *a, b.*

Carapace lisse, suborbiculaire, comprimée; vue de côté, très atténuée aux extrémités, subaiguë, la valve gauche très étroitement bordée et recouvrant le bord de la valve opposée; charnière simple. Fort rare.

Dimensions : haut., $0^{mm}36$; larg., $0^{mm}28$; grossi 70 fois.

Variété. Pl. VI, fig. 9, *a, b.*

Une variété a les extrémités plus obtuses et les côtés plus renflés que dans le type. Fort rare.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}38$; grossi 50 fois.

Polycope fontinensis, Terquem.
Pl. VI, fig. 10, *a, b, c, d.*

Carapace lisse, suborbiculaire, plus haute que large, légèrement rétrécie et arrondie en avant, déclive sur le côté dorsal, puis arrondie, arquée sur le côté ventral et en arrière; entourée d'un fort bourrelet; vue de côté, atténuée et obtuse aux extrémités, arquée sur les côtés; la valve gauche un peu plus grande que la droite; valves vues de l'intérieur, valve gauche munie d'un bourrelet circulaire puis d'un biseau, valve droite munie d'un rebord arrondi externe et d'un large sillon à l'intérieur. Assez commun.

Dimensions : haut., $0^{mm}74$; larg., $0^{mm}50$; grossi 30 fois.

Variété. Pl. VI, fig. 11, *a, b.*

Une variété est plus rétrécie en avant et largement bordée; vue de côté, la carapace est plus large et les extrémités plus obtuses que dans l'espèce type.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}34$; grossi 50 fois.

17e Genre CYTHERELLA, Bosquet (1).

« Carapace de consistance cornée ou cornéo-calcaire, composée de deux valves mobiles, inégales, réniformes, oblongues, ovales ou ellipsoïdales, et plus ou moins déprimées. »

(1) Bosquet, *Op. cit.*, p. 9. Brady, *Chaltenger,* p. 171.

» A l'intérieur, ces valves sont le plus souvent lisses, ou creusées de points, ou granuleuses ou tuberculeuses; assez souvent, elles sont ornées de bourrelets, et jamais elles n'offrent des côtes concentriques ou des épines.

» La valve droite est constamment plus grande que la valve gauche (1), et embrasse un tant soit peu toute la circonférence du bord de celle-ci, quand la carapace est fermée. Son bord interne, qui est toujours plus large que celui de la valve gauche, offre, le long de toute sa partie interne, un sillon abaissé et assez profond. Sur la valve gauche, on observe la même chose en sens inverse, mais avec cette différence toutefois que la partie externe abaissée n'est sensible que le long des bords postérieur, supérieur et inférieur. La partie interne, plus haute du bord de cette dernière valve, est aussi plus large que la partie abaissée externe, le long des bords supérieur et inférieur; tandis qu'elle est d'une largeur à peu près égale à cette partie, le long du bord postérieur. »

Le Fuller's-earth renferme deux espèces de *Cytherella,* l'une fort rare, l'autre au contraire très commune, se présentant dans toutes les couches avec la même abondance.

Nous n'avons pas pu constater la présence de la protubérance mentionnée par Bosquet, ni à l'intérieur ni à l'extérieur. Quant à l'inégalité des valves, elle est peu visible.

Cytherella angusta, Terquem.

Pl. VI, fig. 12, *a, b.*

Carapace munie de quelques plis verticaux, allongée, comprimée, extrémité antérieure arrondie, la postérieure horizontale, faisant un angle droit avec les côtés cardinal et pectoral; vue de côté, valve droite bordée et enveloppante, extrémité antérieure rétrécie et obtuse, extrémité postérieure arquée et bilobée, les côtés légèrement sinueux.

Dimensions : haut., $0^{mm}55$; larg., $0^{mm}20$; grossi 40 fois.

Cytherella ovalis, Terquem.

Pl. VI, fig. 13, *a, b, c, d.*

Carapace lisse, ovale, déprimée, extrémités égales et arrondies, côté dorsal vertical, côté ventral légèrement concave; vue de côté, carapace ovale, extrémité antérieure rétrécie et obtuse, extrémité postérieure arrondie, subbilobée, côtés

(1) « Cette disposition des valves des *Cytherella* est justement l'inverse de ce qu'elle est dans tous les autres genres de la famille des Ostracodes. »

arqués, la plus grande largeur au quart postérieur ; vue de l'intérieur, valve droite munie d'une nervure cardinale, valve gauche munie d'un étroit sillon, les deux valves marquées dans le milieu d'un tubercule arrondi.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg., $0^{mm}46$; grossi 25 fois.

Cytherella oolithica, Terquem.

Pl. VI, fig. 14, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale-allongée, très comprimée, extrémités arrondies, la postérieure un peu plus large que l'antérieure, côté dorsal vertical, côté ventral légèrement concave ; vue de côté, carapace allongée, piriforme, valve droite bordée et enveloppante, extrémité antérieure rétrécie et obtuse, extrémité postérieure arrondie, côtés convexes, sensiblement égaux, la plus grande largeur au tiers de la hauteur ; vue de l'intérieur, bord muni d'un bourrelet, charnière simple, lames internes nulles. Très commun.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg. $0^{mm}48$; grossi 30 fois.

Variété. Pl. VI, fig. 15.

Une variété s'est montrée munie d'un anneau concentrique au bord, contenant quelques tubercules allongés.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg., $0^{mm}48$; grossi 30 fois.

18e Genre ISOCYTHERE, Terquem.

« Carapace comprimée, munie d'appendices imitant les crochets d'un bivalve ; charnière simple, lames internes terminales larges. »

Isocythere nova, Terquem.

Pl. VI, fig. 16, *a*, *b*, *c*, *d*.

Carapace lisse, comprimée, ovoïde, munie de crochets médians et repliés en dedans, extrémité antérieure arrondie, un peu plus large que la postérieure ; vue de côté, aire cardinale étroite, valves bordées, extrémités obtuses, égales ; vue du côté ventral, bord déprimé dans le milieu ; vue de l'intérieur, bords dorsal et ventral relevés, extrémité antérieure plus large que la postérieure, lames internes assez larges aux extrémités, très étroites sur les côtés. Fort rare.

Dimensions : haut., $0^{mm}76$; larg., $0^{mm}40$; grossi 30 fois.

TABLE DES MATIÈRES

NOMS DES ESPÈCES.	N° de la planche.	N° de la figure.	N° de la page.
AGLAIA, Brady			19
— *amygdala*, Terq	III	7	20
ARGILLÆCIA, Sars			18
— *bigibbosa*, Terq	III	1	18
— *glanduliformis*, Terq	III	3	18
— *nuda*, Terq	III	4	19
— *oblonga*, Terq	III	5	19
— *oliviformis*, Terq	III	2	18
— *ovoides* Terq	III	6	19
BAIRDIA, M'Coy			8
— *affinis*, Terq	I	1	8
CYPRIDEIS, Jons			36
— *duplicata*, Terq	VI	3	38
— *harpula*, Terq	VI	2	38
— *impressa*, Terq	V	19	36
— *irregularis*, Terq	V	21	37
— *ovalis*, Terq	V	20	37
— *sexangularis*, Terq	VI	1	37
— — var	VI	1	38
— *sigma*, Terq	V	18	36
CYPRIDINA, Milne-Edwards			40
— *infraoolithica*, Terq	VI	7	40
CYTHERE, Muller			22
— *fontinensis*, Terq	II	19	22
— *impressa*, Terq	II	20	22
— *oolithica*, Terq	II	18	22
CYTHERELLA, Bosquet			41
— *angusta*, Terq	VI	12	42
— *oolithica*, Terq	VI	14	43
— — var	VI	15	43
— *ovalis*, Terq	VI	13	42
CYTHERIDEA, Bosquet			24
— *ampla*, Terq	V	2	31
— — var	V	3	31
— *anomala*, Terq	V	9	33
CYTHERIDEA *approximata*, Terq	IV	9	28
— *caudata*, Terq	V	4	32
— — var	V	5	32
— — var	V	6	32
— *contorta*, Terq	V	8	33
— *cuneiformis*, Terq	IV	1	26
— *cylindrica*, Terq	V	1	31
— *depressa*, Terq	IV	7	27
— *exornata*, Terq	V	7	32
— *fabacea*, Terq	IV	4	27
— *inornata*, Terq	IV	3	26
— *limbata*, Terq	III	18	26
— *nebulosa*, Terq	IV	16	30
— — var	IV	17	30
— — var	IV	18	30
— *ovalis*, Terq	IV	2	26
— *perforata*, Terq	IV	8	28
— *picturata*, Terq	IV	11	29
— — var	IV	12	29
— — var	IV	13	29
— — var	IV	14	29
— — var	IV	15	29
— *punctatella*, Terq	IV	10	28
— *simplex*, Terq	III	15	25
— — var	III	16	25
— — var	III	17	25
— *sinistra*, Terq	V	10	33
— *trapezoidalis*, Terq	IV	20	31
— *vermiculata*, Terq	IV	19	30
— *vetusta*, Terq	IV	5	27
— — var	IV	6	27
CYTHEROPSIS, Sars			23
— *oblique-punctata*, Terq	III	13	23
— *punctulata*, Terq	III	14	24
— *tenuipunctata*, Terq	III	12	23
ISOCYTHERE, Terquem			43
— *nova*, Terq	VI	16	43
KRITHE, Brady			20
— *cordiformis*, Terq	III	8	20

NOMS DES ESPÈCES.	N° de la planche.	N° de la figure.	N° de la page.
KRITHE *inflata*, Terq.	III	9	20
LOXOCONCHA, Sars.			34
— *æqualis*, Terq.	V	13	34
— *ambigua*, Terq.	V	11	34
— *annulata*, Terq.	V	16	35
— *conica*, Terq.	V	14	35
— *cuneiformis*, Terq.	V	15	35
— *irregularis*, Terq.	V	12	34
— *senilis*, Terq.	V	17	35
MACROCYPRIS, Brady.			21
— *fontinensis*, Terq.	III	11	21
— *oolithica*, Terq.	III	10	21
PARACYPRIS, Sars.			9
— *incurva*, Terq.	I	2	9
POLYCOPE, Sars.			40
— *fontinensis*, Terq.	VI	10	41
— — var.	VI	11	41
— *suborbicularis*, Terq.	VI	8	41
— — var.	VI	9	41
PONTOCYPRIS, Sars.			11
— *abnormis*, Terq.	II	15	17
— *æquilateralis*, Terq.	I	8	11
— — var.	I	9	11
— — var.	I	10	11
— — var.	I	11	11
— — var.	I	12	12
— — var.	I	13	12
— *angulosa*, Terq.	II	10	16
— — var.	II	11	16
PONTOCYPRIS *cincta*, Terq.	II	16	17
— *curvata*, Terq.	I	14	12
— — var.	I	15	12
— — var.	I	16	13
— — var.	I	17	13
— — var.	I	18	13
— — var.	I	19	13
— — var.	I	20	13
— *gibbosa*, Terq.	II	12	16
— *piriformis*, Terq.	II	13	16
— *spinigera*, Terq.	II	14	17
— *spissa*, Terq.	I	21	14
— *subdeltoidea*, Terq.	II	1	14
— — var.	II	2	14
— — var.	II	3	14
— — var.	II	4	14
— — var.	II	5	15
— — var.	II	6	15
— — var.	II	7	15
— — var.	II	8	15
— — var.	II	9	15
— *suborbicularis*, Terq.	II	17	17
PSEUDOCYTHERE, Sars.			38
— *ampla*, Terq.	VI	4	39
— — var.	VI	5	39
— *angusta*, Terq.	VI	6	39
XIPHICHILUS, Brady.			9
— *navicula*, Terq.	I	3	9
— — var.	I	4	10
— — var.	I	5	10
— — var.	I	6	10
— — var.	I	7	10

Meulan, imp. de A Masson.

PLANCHE I.

1, *a*, *b*.	**Bairdia** *affinis*	Terquem.
2, *a*, *b*, *c*.	**Paracypris** *incurva*	»
3, *a*, *b*, *c*.	**Xiphichilus** *navicula*	»
4. *a*, *b*.	— — var.	»
5, *a*, *b*.	— — var.	»
6. *a*, *b*.	— — var.	»
7, *a*, *b*.	— — var.	»
8, *a*, *b*, *c*.	**Pontocypris** *æquilateralis*	»
9, *a*, *b*	— — var.	»
10. *a*, *b*.	— — var.	»
11, *a*, *b*.	— — var.	»
12, *a*, *b*.	— — var.	»
13, *a*, *b*.	— — var.	»
14, *a*, *b*, *c*.	— *curvata*	»
15, *a*, *b*.	— — var.	»
16. *a*, *b*.	— — var.	»
17, *a*, *b*.	— — var.	»
18. *a*, *b*, *c*.	— — var.	»
19, *a*, *b*.	— — var.	»
20, *a*, *b*.	— — var.	»
21, *a*, *b*.	— *spissa*	»

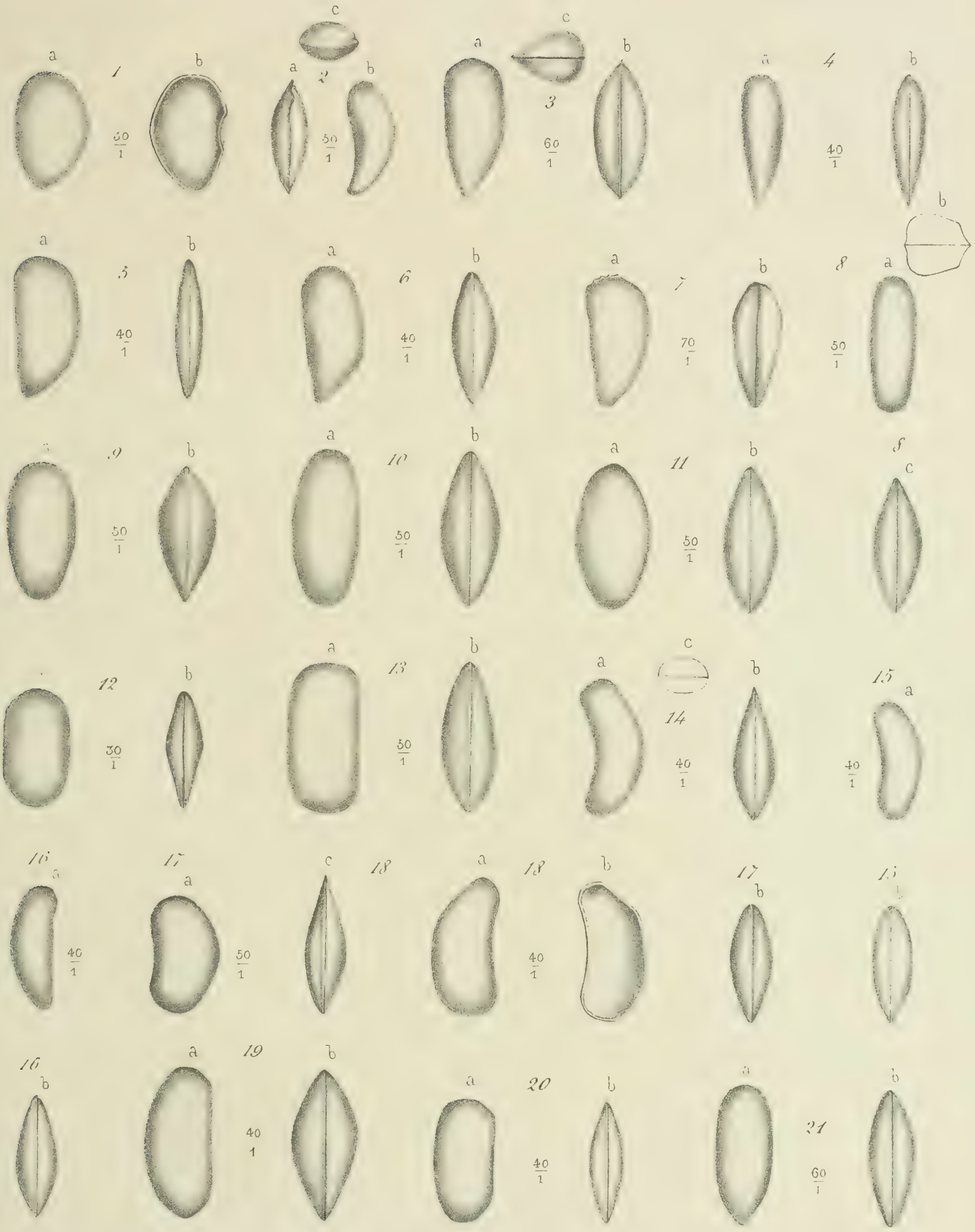

a
b
c
1
50/1
2
50/1
3
60/1
4
40/1
5
40/1
6
40/1
7
70/1
8
50/1
9
50/1
10
50/1
11
50/1
12
30/1
13
50/1
14
40/1
15
40/1
16
40/1
17
50/1
18
40/1
19
40/1
20
40/1
21
60/1

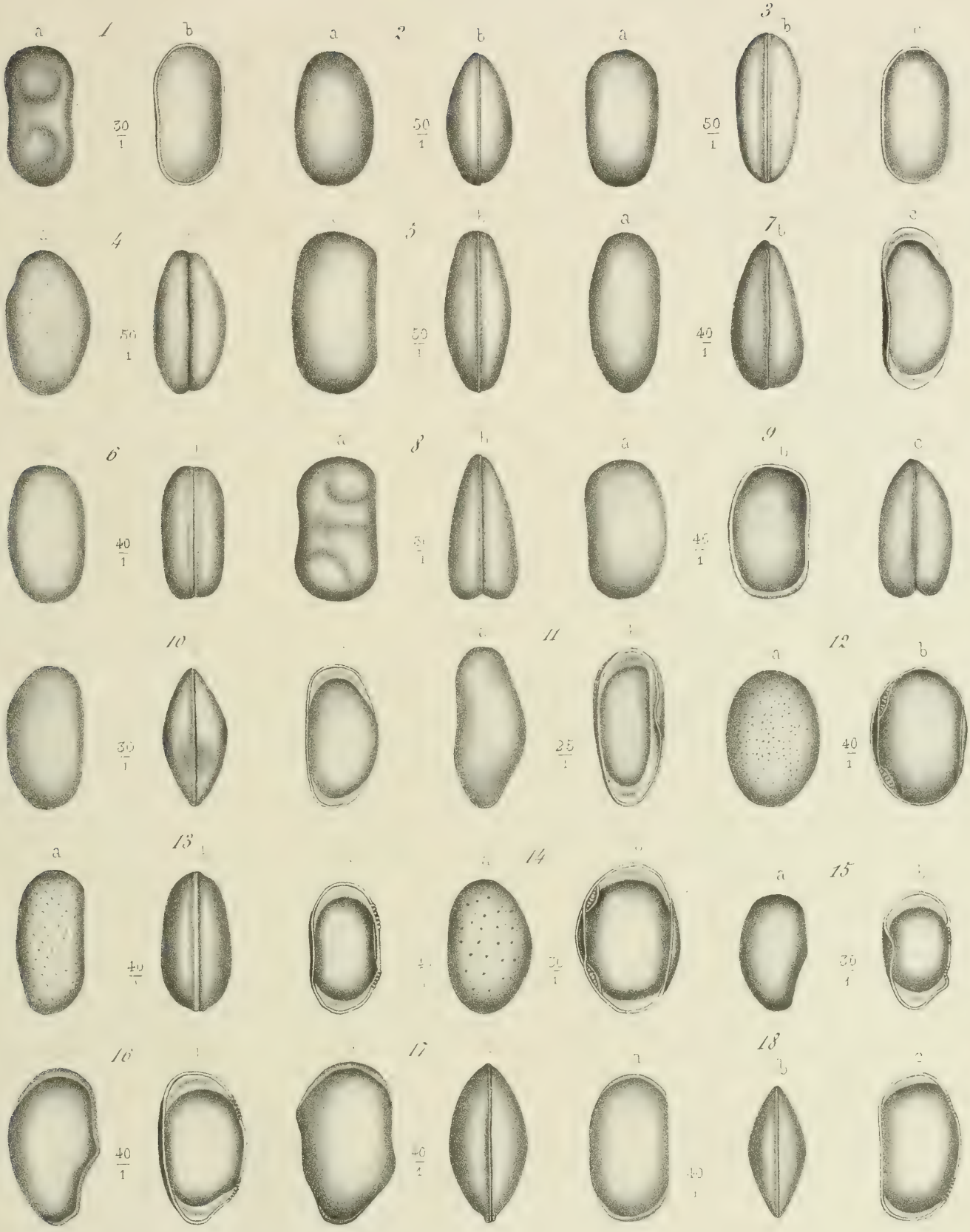
PLANCHE II.

1, *a*, *b*, *c*.	**Pontocypris** *subdeltoidea*		Terquem.
2, *a*, *b*.	—	— var.	»
3, *a*, *b*, *c*.	—	— var.	»
4, *a*, *b*.	—	— var.	»
5, *a*, *b*.	—	— var.	»
6, *a*, *b*.	—	— var.	»
7, *a*, *b*.	—	— var.	»
8, *a*, *b*.	—	— var.	»
9, *a*, *b*.	—	— var.	»
10, *a*, *b*, *c*.	—	*angulosa*	»
11, *a*, *b*.	—	— var.	»
12, *a*, *b*, *c*.	—	*gibbosa*	»
13, *a*, *b*.	—	*piriformis*	»
14, *a*, *b*.	—	*spinigera*	»
15, *a*, *b*.	—	*abnormis*	»
16, *a*, *b*.	—	*cincta*	»
17, *a*, *b*, *c*.	—	*suborbicularis*.	»
18, *a*, *b*, *c*.	**Cythere** *oolithica*		»
19, *a*, *b*.	—	*fontinensis*	»
20, *a*, *b*, *c*, *d*.	—	*impressa*	»

1
50/1
2
40/1
3
30/1
4
50/1
5
50/1
6
50/1
7
50/1
8
30/1
9
40/1
10
60/1
7
11
50/1
12
40/1
13
60/1
14
50/1
15
50/1
16
30/1
17
40/1
18
50/1
19
40/1
20
60/1
20

PLANCHE III.

1, *a*, *b*.	**Argillæcia** *bigibbosa*	Terquem.
2, *a*, *b*.	— *oliviformis*	»
3, *a*, *b*, *c*.	— *glanduliformis*	»
4, *a*, *b*.	— *nuda*	»
5, *a*, *b*.	— *oblonga*	»
6, *a*, *b*.	— *ovoides*	»
7, *a*, *b*, *c*.	**Aglaia** *amygdala*	»
8, *a*, *b*.	**Krithe** *cordiformis*	»
9, *a*, *b*, *c*.	— *inflata*	»
10, *a*, *b*, *c*.	**Macrocypris** *oolithica*	»
11, *a*, *b*.	— *fontinensis*	»
12, *a*, *b*.	**Cytheropsis** *tenuipunctata*	»
13, *a*, *b*, *c*.	— *obliquepunctata*	»
14, *a*, *b*.	— *punctulata*	»
15, *a*, *b*.	**Cytheridea** *simplex*	»
16, *a*, *b*.	— — var.	»
17, *a*, *b*.	— — var.	»
18, *a*, *b*, *c*.	— *limbata*	»



Terquem ad nat. del.

Imp. Becquet fr. Paris.

Maubert lith.

PLANCHE IV.

1, *a*. *b*. *c*.	**Cytheridea**	*cuneiformis*.....	Terquem
2, *a*. *b*.	—	*ovalis*.....	»
3, *a*. *b*.	—	*inornata*	»
4. *a*. *b*, *c*.	—	*fabacea*.....	»
5. *a*, *b*.	—	*vetusta*.....	»
6, *a*, *b*.	—	— var.....	»
7. *a*. *b*.	—	*depressa*.....	»
8, *a*, *b*.	—	*perforata*...	»
9, *a*, *b*.	—	*approximata*.....	»
10, *a*, *b*.	—	*punctatella*.....	»
11, *a*. *b*.	—	*picturata*.....	»
12.	—	— var.....	»
13, *a*, *b*.	—	— var.....	»
14.	—	— var.....	»
15. *a*, *b*.	—	— var.....	»
16, *a*, *b*. *c*.	—	*nebulosa*.....	»
17, *a*, *b*.	—	— var.....	»
18, *a*, *b*.	—	— var.....	»
19, *a*. *b*.	—	*vermiculata*.....	»
20 *a*, *b*. *c*.	—	*trapezoidalis*.....	»

Terquem ad nat. del. *Imp. Becquet fr. Paris.* *Maubert lith*

PLANCHE V.

1, *a*, *b*.	**Cytheridea**	*cylindrica*.....	Terquem.
2, *a*, *b*, *c*.	—	*ampla*.....	»
3, *a*, *b*.	—	— var.....	»
4, *a*, *b*.	—	*caudata*.....	»
5.	—	— var.....	»
6.	—	— var.....	»
7, *a*, *b*, *c*.	—	*exornata*.....	»
8, *a*, *b*.	—	*contorta*.....	»
9, *a*, *b*.	—	*anomala*.....	»
10, *a*, *b*.	—	*sinistra*.....	»
11, *a*, *b*.	**Loxoconcha**	*ambigua*.....	»
12, *a*, *b*.	—	*irregularis*.....	»
13, *a*, *b*.	—	*æqualis*.....	»
14, *a*, *b*.	—	*conica*.....	»
15, *a*, *b*.	—	*cuneiformis*.....	»
16, *a*, *b*.	—	*annulata*.....	»
17, *a*, *b*.	—	*senilis*.....	»
18, *a*, *b*.	**Cypridels**	*sigma*.....	»
19, *a*, *b*.	—	*impressa*.....	»
20, *a*, *b*.	—	*ovalis*.....	»
21, *a*, *b*.	—	*irregularis*.....	»

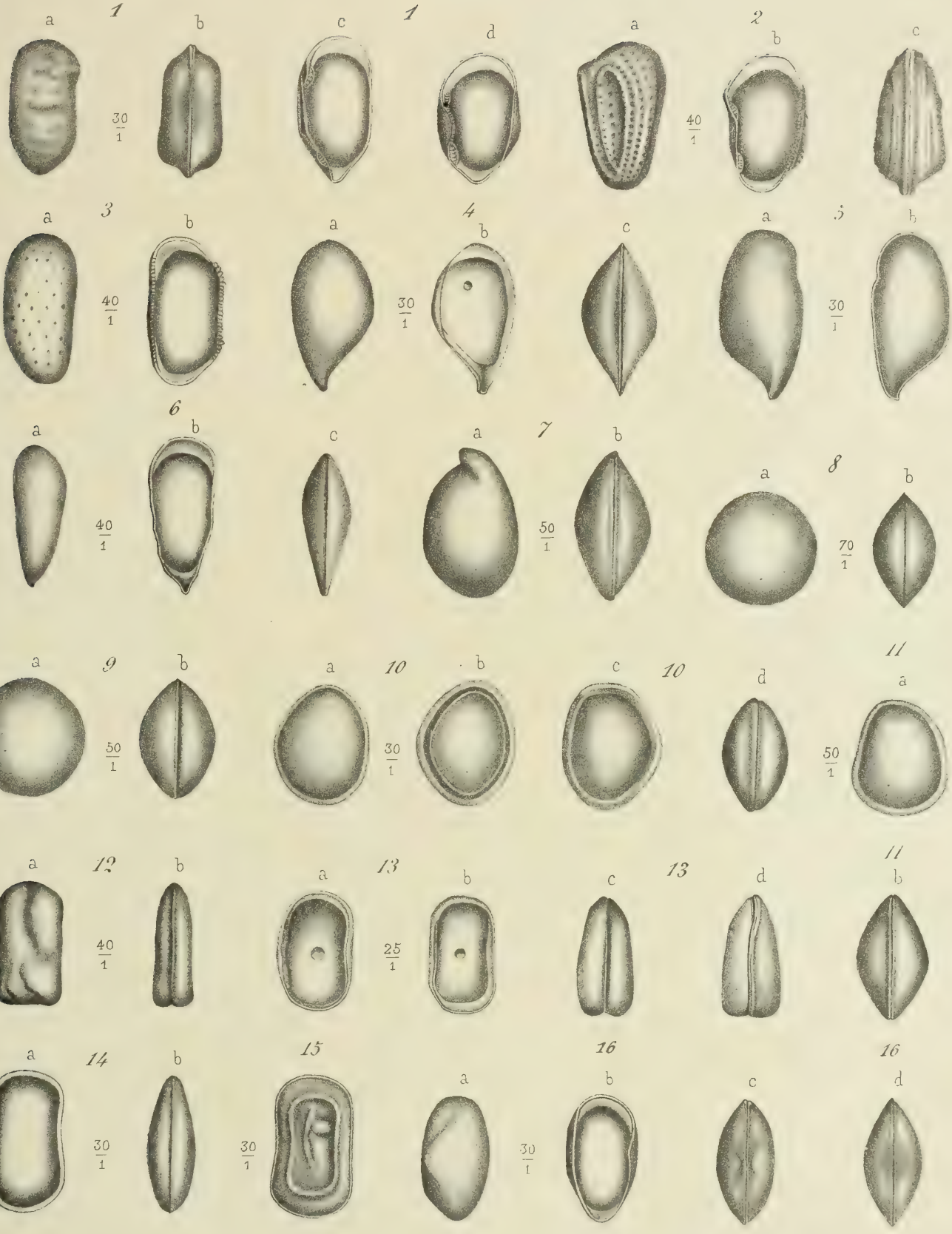
Terquem ad nat. del.

Imp. Becquet fr. Paris.

Maubert lith.

PLANCHE VI.

1, *a*, *b*, *c*, *d*.	**Cyprideis** *sexangularis*.....	Terquem.
2, *a*, *b*, *c*.	— *harpula*.....	»
3, *a*, *b*.	— *duplicata*.....	»
4, *a*, *b*, *c*.	**Pseudocythere** *ampla*.....	»
5, *a*, *b*.	— — var.....	»
6, *a*, *b*, *c*.	— *angusta*.....	»
7, *a*, *b*.	**Cypridina** *infraoolithica*.....	»
8, *a*, *b*.	**Polycope** *suborbicularis*.....	»
9, *a*, *b*.	— — var.....	»
10, *a*, *b*, *c*, *d*.	— *fontinensis*.....	»
11, *a*, *b*.	— — var.....	»
12, *a*, *b*.	**Cytherella** *angusta*.....	»
13, *a*, *b*, *c*, *d*.	— *ovalis*.....	»
14, *a*, *b*.	— *oolithica*.....	»
15.	— — var.....	»
16, *a*, *b*, *c*, *d*.	**Isocythere** *nova*.....	»


1
a
b
30/1
c
1
d
2
a
b
40/1
c
3
a
b
40/1
4
a
b
30/1
c
5
a
b
30/1
6
a
b
40/1
c
7
a
b
50/1
8
a
b
70/1
9
a
b
50/1
10
a
b
30/1
c
10
d
11
a
50/1
12
a
b
40/1
13
a
b
25/1
13
c
d
11
b
14
a
b
30/1
15
30/1
a
16
b
30/1
c
16
d

MEULAN — IMPRIMERIE DE A. MASSON

DEC 1 1 1958

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME QUATRIÈME

II

LES FORAMINIFÈRES

ET

LES OSTRACODES

DU FULLER'S-EARTH

DES ENVIRONS DE VARSOVIE

PAR

M. O. TERQUEM

PARIS

AU LOCAL DE LA SOCIÉTÉ, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 7

1886

II

LES FORAMINIFÈRES

ET

LES OSTRACODES

DU FULLER'S-EARTH

DES ENVIRONS DE VARSOVIE

Avertissement

La Société déclare qu'elle laisse aux Auteurs la responsabilité des faits et des opinions contenus dans leurs Mémoires.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME QUATRIÈME

II

LES FORAMINIFÈRES

ET

LES OSTRACODES

DU FULLER'S-EARTH

DES ENVIRONS DE VARSOVIE

PAR

M. O. TERQUEM

PARIS

AU LOCAL DE LA SOCIÉTÉ, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 7

1886

II

LES FORAMINIFÈRES

ET

LES OSTRACODES

DU FULLER'S-EARTH

DES ENVIRONS DE VARSOVIE

PAR

M. O. TERQUEM

INTRODUCTION

Ce mémoire vient compléter l'étude microscopique du Fuller's-earth que j'ai entreprise en 1866 et qui se termine en ce moment ; je dois une explication préliminaire et dire par quelles circonstances ces matériaux de Varsovie me sont parvenus et comment leur publication en fut retardée jusqu'à ce jour.

En 1867, je venais de publier mon premier mémoire sur les Foraminifères de Fontoy (Moselle), lorsque j'eus l'occasion de faire la connaissance de M. Zejsrner, professeur de Géologie à Varsovie ; il me montra quelques Foraminifères qu'il me dit avoir trouvés dans le Callovien des environs de Varsovie et me proposa de les étudier et d'en faire la publication.

Il fut convenu que je recevrais des échantillons de marne des diverses localités fossilifères et se rapportant à l'Oolithe inférieure. L'envoi fut effectué l'année suivante, alors que je faisais le classement général de la faune microscopique si variée que m'avait fournie la localité de Fontoy ; faune si riche que je ne pus la publier qu'en cinq mémoires successifs et en 45 planches.

Cette étude me conduisit à reconnaître que les marnes de Varsovie n'appartenaient pas au Callovien, mais bien à une position stratigraphique plus basse, au Fuller's-earth, par la similitude d'un grand nombre de fossiles de Varsovie et de

Fontoy. Je m'empressai de communiquer cette observation à M. Zejsrner, en le priant de m'envoyer quelques Mollusques caractéristiques du terrain ; je reçus une Ammonite et quelques Pholadomyes et j'y reconnus l'*Ammonites Parkinsoni* et les *Pholadomya Murchisoni* et *Vezelayi*, tous fossiles caractéristiques du Fuller's-earth.

L'étude des *Ostracodes* de Fontoy, que j'ai eu l'occasion de faire tout récemment, est venue apporter une nouvelle confirmation dans le classement des terrains de Varsovie ; un grand nombre d'espèces se sont montrées identiques en Pologne et dans le département de la Moselle.

On comprend que je ne pus faire le classement exact des fossiles de Varsovie qu'après la complète publication de ceux de Fontoy ; mais, pendant ce temps, le professeur de Varsovie mourut prématurément.

L'étude de ces faunes nous a permis de faire quelques observations, soit sur la morphologie que présentent certains genres, soit sur la bathymétrie des terrains pour des localités parfois assez rapprochées.

Quand une espèce de Foraminifère offre des caractères essentiels, génériques et spécifiques, elle est toujours accompagnée de deux séries de fossiles que j'appellerai l'une *ascendante* et l'autre *descendante* ; c'est-à-dire que dans l'une les caractères deviennent plus saillants ; tandis que dans l'autre les caractères s'atténuent tellement que même les caractères génériques s'effacent ; ainsi les *Marginulines* par une série de variétés finissent par se confondre avec les *Cristellaires*.

Dans les Mollusques, on voit, chez les Gastéropodes, certaines espèces être constamment *senestres*, quand d'autres espèces présentent exceptionnellement cette disposition, disposition qui n'a pas encore été observée dans les Acéphales. Dans les Foraminifères de l'ordre des Héliscostègues, on remarque les genres Rotaline et Rosaline, être indifféremment *dextres* ou *senestres* dans une même espèce.

Dans les Ostracodes, nous avons trouvé dans le genre *Cytheridea* une transposition des dents de la charnière, qui constitue ainsi une sorte de *carapace senestre*.

Sur les rivages de nos mers, on voit, en général, les Biloculines très rares et les Quinqueloculines très nombreuses ; lorsque la profondeur augmente, la quantité relative entre les deux genres varie : de 400 à 600^{m} les deux genres se présentent en nombre sensiblement égal ; avec une profondeur de 2,000 à 3,000^{m} le nombre des Biloculines dépasse de beaucoup celui des Quinqueloculines ; enfin de 4,000 à 6,000^{m} les Quinqueloculines ont entièrement disparu, lorsque les Biloculines se continuent avec une certaine abondance.

Faisant l'application de cette observation à l'étude bathymétrique de terrains fossilifères, nous pouvons dire que les localités Wepazow et Wyrazow étaient des rivages et que dans les localités de Jelenice et Rudnicki les dépôts se sont effectués à une certaine profondeur.

Les Agathistègues, qui se montrent si abondants dans certaines couches, donnent à la faune de Varsovie un caractère particulier et exceptionnel : le long rostre des

fossiles et l'absence constante de dents à l'ouverture constituent un caractère diagnostique pour l'ensemble des fossiles de cet ordre qui ne se reproduit dans aucune autre localité fossilifère.

J'ai trouvé, pour les Foraminifères de Varsovie, la confirmation d'une observation que j'ai faite pour les Foraminifères de Fontoy : les coquilles comprenant les genres Cristellaire, Frondiculaire, Flabelline, Nonionine, Robuline, munis de simples pores, se présentent dans toutes les couches dans un état de conservation admirable, tandis que les coquilles, munies de perforations et appartenant aux genres Rotaline, Rosaline, Truncatuline, Globigérine, se produiseut toutes sans exception à l'état de moules.

Il semble résulter de là que les pores, permettant la transsudation d'une substance grasse, contribuent à la conservation du test ; que les perforations, au contraire, ne donnant passage qu'aux pseudopodes, permettent la destruction du test.

Cette observation a son importance, attendu, d'une part, que Reuss, confondant la porosité des coquilles avec leur perforation, a établi sur ces caractères une des principales divisions de la classification des Foraminifères, en opposition avec la division renfermant des coquilles à test dense et porcellané ; elle ne s'appliquerait en tout cas qu'aux coquilles vivantes et ne comprendrait pas les coquilles fossiles ; attendu, d'autre part, que les auteurs anglais ont adopté cette classification sans s'assurer si ces caractères possèdent une valeur identique.

Pour les Ostracodes, nous avons pu observer que certains genres se montrent avec abondance ou rareté, selon l'âge relatif des terrains : dans nos mers actuelles, le genre *Cythere* est très abondant et varié, tandis que le genre *Cytheridea* est d'une rareté telle que le *Challenger* qui a exploré toutes les mers n'en a pu rapporter qu'une espèce ; dans les terrains tertiaires, les deux genres se montrent en nombre à peu près égal ; dans les terrains jurassiques, le genre *Cytheridea* est devenu très abondant et, au contraire, le genre *Cythere* se produit avec une rareté extrême.

Quant aux observations particulières et propres aux genres, je me réserve de les produire en tête de la description de chacun d'eux.

Liste des localités où ont été pris les échantillons envoyés ; je dois faire remarquer que quelques-uns étaient entièrement stériles et ne contenaient aucun fossile.

Vysoka-Pélicka, près de Choresrerobrod.....
- Argile brunâtre, couche sur l'argile grise.
- Couche supérieure, argile bleue (contenant des coquilles vivantes).
- Marne brune (rien).
- Argile brunâtre.
- Id. id.
- Argile jaune très sableuse.
- Argile brunâtre très sableuse.

Strojec, près Prasrka	Argile entre deux dépôts de fer carbonaté. Argile au-dessus de la première couche de fer. Argile noire, bitumineuse entre deux couches de fer carbonaté (rien).
Jelenice, près Korepice	Argile bleue. Argile noire sableuse.
Kostwyna	Argile noire (rien). Argile très bitumineuse (rien).
Konopisco	Argile grise. Argile noire.
Gory, près Rudniki	Argile noire micacée (rien).
Blanowice	Argile noire micacée. Argile noire. Marne bleue. Argile noire.
Rodaki, près Olkutz	Marne noire. Marne rougeâtre (rien). Argile rouge (rien). Id. id.
Wyrazow, près Gestochawa	Argile noire bitumineuse. Id.
Rudniki, près Scilgna	Argile noire. (Chaux sulfatée abondante). Argile noire bitumineuse.
Wepazow	Argile noire bitumineuse.

Les environs de Varsovie, ainsi que Fontoy, renferment dans chaque couche un certain nombre de Mollusques et de débris de toute nature ; M. Fischer, du laboratoire de Paléontologie, a bien voulu, avec son obligeance ordinaire, nous prêter l'appui de ses lumières pour classer tous ces fosssiles ; leur ensemble présente le faciès des débris que nous avons signalés pour le Lias moyen d'Essey-les-Nancy.

La plupart des Mollusques sont embryonnaires ; les débris se rapportent à des pièces de crinoïdes et à des spicules divers.

Nous n'avons pas cru devoir dessiner ces fossiles et nous renvoyons aux planches VIII, IX et X de notre travail sur le Lias moyen, où nous avons représenté l'ensemble de ces fossiles.

Belemnites.
Amberleya.
Cylindrites.
Acteonella.
Acteonina.
Nucula.
Limea.
Ottolithe.
Entroques de Pentacrinites.
— Comatule.
Plaques d'Ophiures.
Spicules d'Éponges.
— d'Holothurie.

FORAMINIFÈRES

DESCRIPTION DES ESPÈCES

1er Genre ORBULINA, d'Orbigny.

Nous avons quelque doute, si le Fuller's-earth renferme de véritables Orbulines : la première espèce ne montrant aucune trace d'ouverture ni de pores ; les deux autres espèces étant à l'état de moules ; il se pourrait que la première ne fût qu'une concrétion et que les deux autres ne présentassent qu'un des modes d'agrégation du Sulfure de fer.

Le Fuller's de Fontoy possède trois espèces dont une diffère de celles que nous représentons.

1. **Orbulina irregularis,** Terquem.

Pl. I, fig. 1.

Terquem, Foraminifères de Fontoy, 5e mém., p. 343, pl. xxxviii, fig. 1.

Coquille calcaire, à test compacte et épais, irrégulièrement sphérique, lisse, brillant, ne montrant aucune trace de pores ni d'ouvertures ; l'intérieur rempli d'argile.

Diamètre, $0^{mm}30$; grossi 70 fois.

Argile brunâtre ; Vysoka-Pélicka.

2. **Orbulina sparsipora,** Terquem.

Pl. I, fig. 2.

Terquem, For. du Fuller's de Fontoy, p. 344, pl. xxxviii, fig. 2.

Moule en sulfure de fer, sphérique, formé de petites sphères arrondies, brillantes, régulières et nombreuses.

Diamètre, $0^{mm}16$; grossi 100 fois.

Rodaki, près Olkutz. Marnes (indiquées) oxfordiennes.

3. **Orbulina micropora,** Terquem.

Pl. I, fig. 3.

Moule en sulfure de fer, irrégulièrement sphérique, légèrement rugueux, muni de pores très fins et espacés.

Diamètre, 0^{mm}32 ; grossi 70 fois.

Marnes oxfordiennes? Rodaki près Olkutz.

2^{e} Genre LAGENA, Walker.

Le Fuller's de Fontoy possède cinq espèces dont trois se montrent identiques à celles de la Pologne, tout en présentant quelques modifications.

1. **Lagena vulgaris,** Will.

Pl. I, fig. 4.

Williamson, On the recent Foraminifera of Great-Britain, p. 4, pl. 1, fig. 5.

Terquem, For. de Font., p. 247, pl. xxv, fig. 20-21.

Coquille lisse, brillante, translucide, globuleuse, munie d'un court rostre.

La coquille de Fontoy a un rostre plus long.

Diamètre, 0^{mm}25 ; grossi 80 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki près Scilgna.

2. **Lagena apiculata,** Reuss.

Pl. I, fig. 5.

Reuss, Monographie des Lagenaires, p. 318, pl. 1, fig. 4-8-10-11.

Terquem, For. de Font., p. 248, pl. xxv, fig. 22-23.

Coquille lisse, ovale-allongée, couverte de pores très fins, mucronée en arrière, ouverture sessile.

Dimensions : haut., 0^{mm}16 ; larg., 0^{mm}11 ; grossi 150 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice près Korepice.

3. **Lagena globosa,** Walk.

Pl. I, fig. 6.

Walker in Reuss, Mon. des Lag., p. 318, pl. 1, fig. 1-3.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 249, pl. xxv, fig. 24-26.

Coquille globuleuse, lisse, couverte de pores très fins, ouverture presque sessile.

Dimensions : haut., 0^{mm}15 ; larg., 0^{mm}14 ; grossi 150 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice près Korepice.

4. **Lagena histrix,** Reuss.

Pl. I, fig. 7.

Reuss, Mon. des Lag., p. 335, pl. VI, fig. 80.

Coquille ovale-allongée, rétrécie en arrière, munie d'un court rostre bordé, couverte de nombreuses épines souvent bifurquées.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}30$; grossi 50 fois.

Même localité.

5. **Lagena hispida,** Reuss.

Pl. I, fig. 8 et 9.

Reuss, Mon. des Lag., p. 335, pl. VI, fig. 77 à 79.

Coquille globuleuse, arrondie en arrière, munie d'un long rostre, couverte de courtes épines, toujours simples.

Dimensions : haut., $0^{mm}27$; larg., $0^{mm}15$; grossi 80 fois.

Fig. 9, variété munie d'un long rostre difforme.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

6. **Lagena catenulata,** Reuss.

Pl. I, fig. 10.

Reuss, Mon. des Lag., p. 332, pl. VI, fig. 75-76.

Coquille ovale-allongée, rétrécie en arrière et en avant, munie d'un court rostre, ornée, dans le milieu, de douze grosses côtes arquées, n'atteignant ni le sommet ni la base.

Dimensions : haut., $0^{mm}32$; larg., $0^{mm}23$; grossi 70 fois.

Argile brunâtre, Wysoka-Pélicka.

3e Genre SPIRILLINA, Schultze

Les coquilles de ce genre se montrent, en Pologne, constamment munies de leur test, tandis qu'à Fontoy, la plupart des espèces sont à l'état de moule en sulfure de fer ; nous constatons la présence de trois espèces nouvelles et de trois espèces de Fontoy.

1. **Spirillina trocheata,** Terquem.

Pl. I, fig. 11, *a*, *b*, *c*.

Coquille à spire élevée, lisse, non munie de pores, formée de trois tours, les deux premiers à tube très étroit, le dernier élargi, à dos arrondi; centre plein, déprimé sur les deux côtés.

Dimension : diamètre, $0^{mm}35$; grossi 60 fois.

Argile noire, sableuse; Jelenice, près Korepice.

2. **Spirillina gracilis,** Terquem.

Pl. I, fig. 12, *a*, *b*.

Coquille orbiculaire, brillante, translucide, couverte de pores très fins et serrés, formée de sept ou huit tours de spire, arrondis, irréguliers; concave des deux côtés, ouverture semi-lunaire.

Dimension : diamètre, $0^{mm}46$; grossi 50 fois.

Argile noire, sableuse; Jelenice, près Korepice.

3. **Spirillina radiata,** Terquem.

Pl. I, fig. 13 et 14.

Coquille orbiculaire, bi-concave, ornée de pores très fins et de stries rayonnantes du centre à la circonférence, formée de six tours de spire réguliers, ouverture semi-lunaire.

Dimension : diamètre, $0^{mm}27$; grossi 80 fois

Argile noire; Blanowice.

Fig. 14. Coquille formée d'un tour de spire, centre concave, égal sur les deux côtés, sans tours visibles, couvert de stries rayonnantes, irrégulièrement espacées.

Dimension : diamètre, $0^{mm}25$; grossi 80 fois.

Même localité.

Espèces identiques à celles de Fontoy (5e Mém.).

ESPÈCES	PAGES	PL.	FIG.	LOCALITÉS
Spirillina infraoolithica, Terq	243	XXV	13	Konopisco.
— *punctulata,* Terq	»	»	14-16	Konopisco.
— *concava,* Terq	244	»	17	Strojec.

4e Genre AMMODISCUS, Reuss.

Ce genre est formé d'un tube serpuliforme, sans division, enroulé, libre ou *attaché* sur diverses espèces de coquilles.

Brady, dans le *Challenger*, dit que cette coquille est toujours libre (p. 338, pl. xxxix).

Ce genre ne s'est pas présenté à Fontoy et se montre fort rare dans deux localités de la Pologne.

1. **Ammodiscus rugosus,** Terquem.

Pl. I, fig. 15, *a*, *b*.

Coquille rugueuse, à spire déprimée, formée en dessus d'un tour de spire, hémisphérique, centre très rugueux, concave; en dessous, formée de cinq tours de spire irréguliers; cloisons très minces au centre, très épaisses à la circonférence.

Dimensions : haut., $0^{mm}53$; larg., $0^{mm}60$; grossi 40 fois.

Argile bleue, couche supérieure; Vysoka-Pélicka.

2. **Ammodiscus plicatus,** Terquem.

Pl. I, fig. 16 et 17.

Coquille serpuliforme, lisse, déprimée, formée d'un tube hémisphérique, à trois tours de spire, grossissant régulièrement, le demi-tour extérieur replié, centre irrégulier, rugueux. Sur une valve de *Cytherina*.

Dimension : diamètre, $0^{mm}64$; grossi 40 fois.

Argile noire, sableuse; Jelenice, près Korepice.

Fig. 17. Coquille irrégulièrement quadrangulaire, vue sous l'eau et par transparence, formée de quatre tours de spire irréguliers, remplis de sulfure de fer, la moitié du dernier tour repliée, cloisons irrégulières.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}52$; grossi 40 fois.

Même localité.

5e Genre GLANDULINA, d'Orbigny.

Les Glandulines sont en général assez rares; il y en a deux espèces à Fontoy, dont une s'est retrouvée en Pologne, qui possède également deux espèces.

1. **Glandulina obtusa,** Terquem.

Pl. I, fig. 18.

Coquille oblongue, arrondie, lisse, formée de quatre loges renflées, l'avant-dernière plus grosse que les autres; ouverture munie de plusieurs incisions.

Dimensions : haut., 0^{mm}62 ; larg., 0^{mm}23 ; grossi 40 fois.

Argile noire; Rudniki ,près Scilgna.

2. **Glandulina dubia,** Terquem.

Pl. I, fig. 19.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 240, pl. xxv, fig. 10 et 11.

Coquille courte, droite, lisse, comprimée, à pourtour arrondi, formée de loges irrégulières, les quatre premières très petites, planes, les quatre dernières grosses et renflées, la dernière arrondie, munie d'une ouverture ronde, portée sur un court rostre.

Cette coquille représente une nouvelle variété de celle de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}37 ; larg., 0^{mm}12 ; grossi 60 fois.

Argile brunâtre ; Vysoka-Pélicka.

6^{e} Genre NODOSARIA, d'Orbigny.

Les Nodosaires sont moins abondantes, mais non moins variées dans les dépôts de la Pologne que dans ceux de Fontoy; nous comptons pour les premiers quatre espèces et pour les seconds trois seulement.

1. **Nodosaria agglutinans,** Terquem.

Pl. I, fig. 20.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 252, pl. xxix, fig. 18.

Coquille agglutinante, rugueuse, formée de trois loges croissant régulièrement, renflées, la dernière atténuée en avant et munie d'une large ouverture.

Dimensions : haut., 0^{mm}60; larg., 0^{mm}24 ; grossi 40 fois.

2. **Nodosaria mutabilis,** Terquem.

Pl. I, fig. 21.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 251, pl. xxvi, fig. 6-12.

Coquille allongée, ornée de huit côtes saillantes, formée de trois loges, à peine indiquées, à sutures peu marquées, la première loge mucronée, hémisphérique, les deux autres ovales.

Dimensions : haut., $0^{mm}65$; larg., $0^{mm}22$; grossi 30 fois.

Un échantillon se montre identique à la fig. 7, pl. xxvi de Fontoy. Rudniki.

3. **Nodosaria fontinensis,** Terquem.

Pl. I, fig. 22 à 24.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 251, pl. xxvi, fig. 1 à 5.

Coquille allongée, brillante, ornée de côtes saillantes, formée de loges plus ou moins sphériques ou allongées.

Fig. 22. Coquille ornée de quatorze côtes, formée de quatre loges sphériques, la seconde plus petite que la première.

Dimensions : haut., $0^{mm}67$; larg., $0^{mm}22$; grossi 30 fois.

Rudniki.

Fig. 23. Coquille allongée, ornée de dix côtes interrompues, formée de cinq loges irrégulières, la première mucronée, la seconde renflée, la troisième plus petite que la précédente.

Dimensions : haut., $1^{mm}08$; larg., $0^{mm}23$; grossi 25 fois.

Même localité.

Cette variété possède des coquilles régulières, qui se rapportent entièrement à la fig. 1 de Fontoy.

Fig. 24. Coquille allongée, ornée de dix côtes, formée de cinq loges, peu renflées, diminuant de grosseur d'arrière en avant.

Dimensions : haut., $1^{mm}15$; larg., $0^{mm}28$; grossi 20 fois.

Même localité.

4. **Nodosaria nuda,** Terquem.

Pl. I, fig. 25 et 26.

Coquille allongée, lisse, formée de quatre loges sensiblement égales, renflées, à sutures profondes, la première mucronée, la dernière subsphérique, ouverture sessile.

Dimensions : haut., 0^{mm}44 ; larg., 0^{mm}12 ; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 26. Coquille courte, lisse, formée de trois loges irrégulières, la première très petite, allongée, la seconde assez développée, la dernière allongée et renflée, rétrécie en avant ; sutures profondes.

Même localité.

Dimensions : haut., 0^{mm}35 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 60 fois.

7^{e} Genre LINGULINA, d'Orbigny.

Les Lingulines de la Pologne, quoique assez rares, se produisent avec leur test, tandis que celles de Fontoy ne se sont montrées qu'à l'état de moules ; nous ne signalons la présence que d'une espèce, représentée par trois variétés.

Lingulina dentaliformis, Terquem.

Pl. I, fig. 27 à 29.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 237, pl. xxv, fig. 1 à 3.

Fig. 27. Coquille allongée, comprimée, lisse, formée de quatre loges, la première et la dernière saillantes, à sutures profondes, les deux loges médianes presque planes, à suture à peine indiquée.

Dimensions : haut., 0^{mm}62 ; larg., 0^{mm}22 ; grossi 40 fois.

Wepazow.

Fig. 28. Coquille allongée, lisse, translucide, formée de cinq loges comprimées, croissant régulièrement, peu saillantes, sutures plus larges que profondes, onduleuses.

Dimensions : haut., 0^{mm}44 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 50 fois.

Wepazow.

Fig. 29. Coquille allongée, lisse, translucide, formée de six loges irrégulières, la première semi-lunaire, les deux dernières plus petites que les précédentes ; sutures peu profondes.

Dimensions : haut., 0^{mm}54 ; larg., 0^{mm}17 ; grossi 40 fois.

Même localité.

8e Genre DENTALINA, d'Orbigny.

Les Dentalines ne sont pas aussi nombreuses dans les dépôts de la Pologne que dans celui de Fontoy ; nous y avons reconnu quelques espèces nouvelles et quelques variétés d'espèces déjà signalées.

1. **Dentalina crassicosta**, Terquem.

Pl. I, fig. 30 et 31.

Coquille incomplète, allongée, ornée de huit larges côtes à intervalles étroits, formée de quatre loges ovales, sutures profondes et étroites.

Dimensions : haut., 0mm70; larg., 0mm17 ; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 31. Coquille incomplète, ornée de huit larges côtes, formée de trois loges sphériques, sutures très profondes et larges.

Dimensions : haut., 0mm50 ; larg., 0mm16 ; grossi 40 fois.

Même localité.

2. **Dentalina fontinensis,** Terquem.

Pl. I, fig. 32 et 33.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 256, pl. xxvi, fig. 13 à 19.

Fig. 32. Coquille incomplète, allongée, ornée de huit fines côtes, loges obovales, sutures profondes.

Dimensions : haut., 1mm15 ; larg., 0mm18 ; grossi 20 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 33. Coquille courte, ornée de dix fines côtes, formée de quatre loges arrondies, la dernière atténuée et projetée en avant.

Dimensions : haut., 0mm64 ; larg., 0mm17 ; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

3. **Dentalina annulata,** Terquem.

Pl. I, fig. 34, *a, b.*

Coquille allongée, ornée de huit côtes arquées et d'un double anneau aux sutures, formée de cinq loges ovales, régulières, sensiblement égales, sutures profondes et larges.

Dimensions : haut., 1mm25 ; larg., 0mm18 ; grossi 20 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

4. **Dentalina cuneiformis,** Terquem.

Pl. I, fig. 35.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 257, pl. xxvi, fig. 24-25.

Coquille allongée, droite, ornée de nombreuses côtes fines et parallèles, formée de loges non distinctes, sauf une antérieure petite et ovale.

Dimensions : haut., 0^{mm}67 ; larg., 0^{mm}11 ; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Cette coquille diffère de celle de Fontoy par la loge antérieure, celle de Fontoy ne montrant aucune division de loges.

5. **Dentalina jurensis,** Terquem.

Pl. I, fig. 36.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 260, pl. xxvii, fig. 6 à 16.

Coquille allongée, peu arquée, lisse, formée de neuf loges, les trois premières sphériques, très petites, les autres ovales, croissant régulièrement, la dernière développée, rétrécie en avant.

Cette coquille est une variété de la fig. 7, pl. xxvii.

Dimensions : haut., 0^{mm}80 ; larg., 0^{mm}11 ; grossi 20 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

6. **Dentalina clavula,** Terquem.

Pl. I, fig. 37.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 264, pl. xxviii, fig. 4.

Coquille allongée, lisse, conique, légèrement arquée, très étroite en arrière, élargie et obtuse en avant, formée de six loges planes, croissant régulièrement, sutures à peine marquées.

Dimensions : haut., 0^{mm}66 ; larg., 0^{mm}14 ; grossi 40 fois.

Même localité.

7. **Dentalina oolithica,** Terquem.

Pl. I, fig. 38 à 40.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 264, pl. xxviii, fig. 5 à 15.

Fig. 38. Coquille allongée, lisse, mucronée, formée de sept loges, les quatre premières sphériques, les trois dernières ovales.

Variété de la fig. 5, pl. XXVIII.

Dimensions : haut., $1^{mm}16$; larg., $0^{mm}16$; grossi 20 fois.

Même localité.

Fig. 39. Coquille lisse, formée de deux loges, rétrécies en arrière et en avant, suture profonde.

Dimensions : haut., $0^{mm}61$; larg., $0^{mm}15$; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 40. Coquille courte, lisse, formée de trois loges ovales, croissant régulièrement, la première longuement mucronée.

Dimensions : haut., $0^{mm}88$; larg., $0^{mm}18$; grossi 25 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Blanowice.

8. **Dentalina incerta,** Terquem.

Pl. I, fig. 41 et 42.

Fig. 41. Coquille irrégulière, arrondie, droite, lisse, formée de loges planes, les quatre premières très petites, les suivantes plus développées, peu distinctes, formant un cylindre, la dernière munie d'une ouverture portée sur un court rostre.

Dimensions : haut., $0^{mm}85$; larg., $0^{mm}19$; grossi 25 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 42. Coquille irrégulière, lisse, arrondie, formée d'une partie postérieure droite, conique, obtuse en arrière et d'une partie antérieure oblique, sans suture, d'abord renflée, puis rétrécie ; ouverture orbiculaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}11$; grossi 50 fois.

Même localité.

Espèces et variétés identiques à celles de Fontoy (3e Mém.).

ESPÈCES	PAGES	PL.	FIG.	LOCALITÉS
Dentalina fontinensis	256	XXVI	13	Blanowice, Vysoka.
— —		»	17-18	Wepazow.
— —		»	18	Blanowice.
— —		»	19	Rudniki. Blanowice.
— *pectinata*	258	»	26	Rudniki.
— —		»	30	Blanowice, Wepazow.
— —	259	XXVII	3	Wyrazow.
— *ingens*	»	»	5	Wyrazow, Wepazow.
— *jurensis*	260	»	9	Wyrazow.
— —		»	11	Wyrazow.
— —		»	12	Wepazow, Vysoka.
— —		»	13	Wyrazow, Rudniki.
— —		»	14	Vysoka, Rudniki.

ESPÈCES	PAGES	PL,	FIG.	LOCALITÉS
Dentalina affinis	261	»	17	Rudniki.
— —		»	21	Rudniki.
— *intorta*	262	»	28	Wyrazow, Jelenice.
— —		»	29	Vysoka.
— —		»	30	Wyrazow.
— —		»	31	Wepazow.
— —		»	32	Wyrazow.
— —		»	33	Wyrazow.
— *cuneiformis*	257	XXVIII	3	Wyrazow.
— *oolithica*	264	»	5-6	Wyrazow.
— —		»	6	Wyrazow.
— —		»	11	Wyrazow, Blanowice.
— —		»	13	Wyrazow, Blanowice, Rudniki.
— —		»	14	Wyrazow.
— —		»	15	Rudniki.
— *cornuformis*	265	»	16	Wyrazow, Rudniki.
— *subplana*	»	»	17	Wyrazow.
— —		»	20	Wyrazow.
— —		»	21	Wyrazow.
— —		»	25	Wyrazow.
— —		»	26	Vysoka.
— —		»	27	Wyrazow.
— —		»	28	Wyrazow, Vysoka.
— *juncea*	267	XXIX	1	Rudniki.
— *plebeia*	»	»	6	Wyrazow.
— *rotaliformis*	268	»	12	Rudniki.

9e Genre WEBBINA, d'Orbigny.

Nous avons exposé (3e Mém. sur les For. de Fontoy, p. 269) les caractères qui distinguent ce genre de celui des Placopsilines ; les coquilles sont assez communes et s'attachent sur différents corps, même sur d'autres Foraminifères.

La localité de Fontoy contient trois espèces, dont une se retrouve en Pologne ; les deux autres espèces sont nouvelles.

1. **Webbina infraoolithica,** Terquem.

Pl. I, fig. 43 à 48.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 271, pl. XXIX, fig. 19 à 26.

Fig. 43. Coquille dentaliniforme, allongée, formée de loges peu saillantes, ovales, très rétrécies en avant.

Dimensions : haut., 1mm20 ; larg., 0mm20 ; grossi 20 fois.

Marne sableuse ; Blanowice.

Variété de la fig. 26 de Fontoy.

Fig. 44. Coquille allongée, contournée, formée de loges très saillantes, en partie ovales, atténuées aux extrémités ; en partie atténuées en avant ou hémisphériques, ou ovales-obtuses.

Dimensions : haut., $0^{mm}80$; larg., $0^{mm}25$; grossi 30 fois.

Même localité.

Fig. 45. Coquille allongée, contournée, formée de loges nombreuses, peu saillantes, arrondies en arrière, atténuées en avant.

Dimension : haut., 2^{mm} ; grossi 15 fois.

Même localité.

Variété de la fig. 25 de Fontoy.

Fig. 46. Coquille enroulée, formée de loges piriformes.

Dimension : haut., $0^{mm}35$; grossi 50 fois.

Sur une Marginuline. Variété de la fig. 22 de Fontoy.

Même localité.

Fig. 47. Coquille enroulée à un tour de spire, formée de loges nombreuses, les six premières hémisphériques, les autres arrondies en arrière, atténuées en avant ; attachée sur une Cristellaire.

Dimension : haut., $0^{mm}96$; grossi 25 fois.

Même localité.

Fig. 48. Coquille enroulée en arrière, coudée, puis droite en avant, formée de loges sessiles, les premières en spirale, très petites, les deux dernières verticales et allongées ; sur une Cristellaire.

Dimension : haut., $0^{mm}85$; grossi 40 fois.

Argile bleue ; Jelenice, près Korepice.

2. **Webbina impressa,** Terquem.

Pl. I, fig. 49.

Coquille lisse, formée de deux loges allongées, piriformes, munies d'une impression allongée ; sur un fragment de Peigne.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}10$; grossi 20 fois.

3. **Webbina incerta,** Terquem.

Pl. I, fig. 50.

Coquille lisse, enroulée et repliée, munie d'étranglements, simulant des loges ; sur une valve de Cypridine et sur une Marginuline.

Dimension : diam., 0^{mm}15 ; grossi 100 fois.

Même localité.

10^{e} Genre MARGINULINA, d'Orbigny.

Les Marginulines sont beaucoup plus rares en Pologne qu'à Fontoy ; les espèces sont identiques à celles que nous avons déjà publiées et sont complétées par de nouvelles variétés.

1. **Marginulina subæquilateralis,** Terquem.

Pl. II, fig. 1 et 2.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 60, pl. 1, fig. 3 à 12.

Coquille allongée, triangulaire, subaiguë aux angles, comprimée, arquée sur le dos, concave sur le ventre, munie sur le dos d'une grosse côte et sur le côté de côtes alternativement grandes et petites, qui n'atteignent pas le bord postérieur ; loges non distinctes.

Dimensions : haut., 0^{mm}68; larg., 0^{mm}36; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 2. Coquille allongée, triangulaire, l'angle postérieur arrondi, l'antérieur subaigu, comprimée, ornée de trois côtes qui descendent jusqu'au bord ventral et de trois côtes très courtes.

Dimensions : haut., 0^{mm}74; larg., 0^{mm}42 ; grossi 30 fois.

Même localité.

Ces deux figures sont voisines de la fig. 7 de Fontoy.

2. **Marginulina proxima,** Terquem.

Pl. II, fig. 3 et 4.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 62, pl. 1, fig. 13 à 30.

Fig. 3. Coquille allongée, triangulaire, arrondie à la base, subaiguë aux autres angles, arquée sur le dos, ornée de nombreuses et fines côtes, qui atteignent la base, et de quelques autres plus courtes.

Dimensions : haut., 1^{mm}40 ; larg., 0^{mm}60 ; grossi 15 fois.

Argile noire bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Cette variété se rapproche de la fig. 19 de Fontoy et en diffère par des côtes plus nombreuses.

Fig. 4. Coquille allongée, triangulaire, ornée de nombreuses côtes fines, dont quelques-unes sont courtes, formée de loges non visibles, la première sphérique, la seconde arquée.

Dimensions : haut., $1^{mm}70$: larg., $0^{mm}70$; grossi 15 fois.

Argile brunâtre ; Wysoka-Pélicka.

Cette coquille est une variété remarquable par les deux premières loges saillantes, circonstance que nous n'avons observée dans aucune espèce ni variété de Fontoy.

3. **Marginulina disparilis,** Terquem.

Pl. II, fig. 5 à 11.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 85, pl. IV, fig. 1 à 24.

Fig. 5. Coquille triangulaire, comprimée, ornée de côtes allongées et de côtes courtes, passant sur la face antérieure, formée de loges non visibles, une seule en avant saillante.

Fig. 6. La même coquille vue par transparence, loges régulières, légèrement arquées.

Dimensions : haut., $0^{mm}68$; larg., $0^{mm}40$; grossi 30 fois.

Rudniki.

Fig. 7. Coquille allongée, comprimée, privée de ses ornements, montrant ses loges planes obliques, la dernière saillante.

Dimensions : haut., $0^{mm}94$; larg., $0^{mm}28$; grossi 25 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec près Prasrka.

Fig. 8. Coquille allongée, droite, ornée de côtes longues, en arrière quelques côtes courtes, en avant une loge saillante.

Dimensions : haut., $0^{mm}96$; larg., $0^{mm}32$; grossi 25 fois.

Argile noire ; Kostwyna.

Fig. 9. Coquille allongée, arquée, ornée en avant de nombreuses côtes fines ; en arrière, côtes moins nombreuses et plus grosses ; en avant, une loge saillante.

Dimensions : haut., 1^{mm} ; larg., $0^{mm}44$; grossi 20 fois.

Même localité.

Fig. 10. Coquille allongée, triangulaire, les trois côtés arqués, ornée de sept côtes régulières et espacées.

Dimensions : haut., $1^{mm}22$; larg., $0^{mm}60$; grossi 20 fois.

Argile au-dessus la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Cette coquille porte une Webbine sur le côté.

Fig. 11. Coquille allongée, droite, triangulaire, à côtés peu arqués, ornée en avant de nombreuses côtes fines et en arrière de côtes plus larges et espacées,

formée en arrière de loges planes, obliques, et en avant de deux loges saillantes.

Dimensions : haut., 1^{mm}84 ; larg., 0^{mm}68 ; grossi 12 fois.

Argile brunâtre ; Vysoka-Pélicka.

4. **Marginulina cytharella**, Terquem.

Pl. II, fig. 12 à 14.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 99, pl, v, fig. 25 à 30.

Fig. 12. Coquille allongée, comprimée, munie d'une carène dorsale, ornée de trois fines côtes, formée de loges saillantes, obliques, la première subsphérique.

Dimensions : haut : 0^{mm}95 ; larg., 0^{mm}28 ; grossi 20 fois.

Argile noire ; Konopisco.

Cette variété se rapproche de la fig. 27 de Fontoy.

Fig. 13. Coquille allongée, comprimée, ornée de trois côtes, formée de cinq loges saillantes, très obliques.

Dimensions : haut., 0^{mm}45 ; larg., 0^{mm}11 ; grossi 50 fois.

Argile bleue ; Jelenice près Korepice.

Fig. 14. Coquille allongée, irrégulièrement triangulaire, carénée sur le dos, ornée de trois fines côtes, formée en arrière de loges planes, l'avant-dernière étroite et saillante, la dernière très saillante, développée et lisse, munie d'une ouverture bordée et portée sur un long rostre.

Dimensions : haut., 0^{mm}74 ; larg., 0^{mm}22 ; grossi 30 fois.

Argile brunâtre ; Vysoka-Pélicka.

5. **Marginulina flabelloides**, Terquem.

Pl. II, fig. 15 et 16.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 102, pl. vi, fig. 1 à 30.

Fig. 15. Coquille allongée, triangulaire, à côtés droits, ornée de fines côtes interrompues, formée de loges nombreuses, saillantes, légèrement arquées.

Dimensions : haut., 1^{mm}10 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 20 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Cette coquille se montre identique à la fig. 11 de Fontoy.

Fig. 16. Coquille allongée munie d'une carène dorsale et ventrale, ornée de fines côtes interrompues, formée de loges saillantes, légèrement arquées, la dernière munie d'un long rostre.

Dimensions : haut., 1^{mm}74 ; long. 0^{mm}42 ; grossi 15 fois.

Même localité.

6. **Marginulina spada,** Terquem.

Pl. II, fig. 17, *a, b.*

Coquille incomplète, allongée, arrrondie, conique, très étroite en arrière, ornée de fines côtes droites en arrière, onduleuses en avant, formée de loges oblongues, peu saillantes ; sutures plus larges que profondes.

Dimensions : haut., $1^{mm}60$; larg., $0^{mm}16$; grossi 15 fois.

Argile bleue, couche supérieure ; Vysoka-Pélicka.

7. **Marginulina macilenta,** Terquem.

Pl. II, fig. 18 à 23.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 112, pl. VII, fig. 1 à 18.

Fig. 18, *a, b.* Coquille allongée, irrégulièrement triangulaire, ornée de quelques côtes allongées et de quelques-unes courtes, loges non visibles, la dernière saillante et très grosse ; vue par transparence, loges disposées comme dans la fig. 9 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}90$; larg., $0^{mm}57$; grossi 25 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 19. Coquille allongée, comme tordue, ornée de côtes interrompues et arquées, formée de quatre loges, la première lisse, les autres obliques, très saillantes ; vue par transparence semblable à la fig. 14 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}92$; larg., $0^{mm}22$; grossi 25 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 20. Coquille allongée, irrégulièrement triangulaire, sinueuse sur le côté ventral, mucronée, ornée de fines côtes, interrompues et arquées en avant, droites et continues en arrière, formée en arrière de loges planes et en avant de trois loges saillantes, vue par transparence analogue à la fig. 11 de Fontoy.

Dimensions : haut., $1^{mm}30$; larg., $0^{mm}36$; grossi 30 fois.

Argile bleue ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 21. Coquille allongée, triangulaire, obtuse à la base, carénée sur le dos, ornée de fines côtes, continues, parallèles, formée de cinq loges, croissant peu, la première semi-lunaire.

Dimensions : haut., $1^{mm}26$; larg. $0^{mm}40$; grossi 20 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 22. Coquille allongée, comprimée, carénée sur le dos, ornée de cinq côtes interrompues, formée de sept loges, croissant régulièrement, saillantes, la pre-

mière très étroite, petite, semi-lunaire,sutures larges et profondes; analogue à la fig. 18 de Fontoy.

Dimensions : haut., 1^{mm}46; larg., 0^{mm}26; grossi 20 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer; Strojec, près Prasrka.

Fig. 23, *a, b.* Coquille allongée, arrondie, ornée de fines côtes obliques, continues, formée de loges rhomboédriques, peu saillantes, la dernière acuminée, sutures très larges et peu profondes; analogue à la fig. 18 de Fontoy.

Dimensions : haut., 1^{mm}32; larg., 0^{mm}34; grossi 20 fois.

Même localité.

8. **Marginulina heteropleura,** Terquem.

Pl. II, fig. 24 à 28.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 116, pl. VII, fig. 19 à 25.

Fig. 24. Coquille allongée, comprimée, en forme d'éventail, carénée sur le dos, ornée de fines côtes, nombreuses et continues ou interrompues, formée de loges nombreuses, arquées, peu saillantes, la première lisse; analogue à la fig. 22 de Fontoy.

Dimensions : haut., 1^{mm}26; larg., 0^{mm}54; grossi 20 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer; Strojec près Prasrka.

Fig. 25. Coquille allongée, comprimée, en forme de triangle isocèle, carénée sur le dos, ornée de nombreuses côtes fines, interrompues et arquées, formée de loges arquées, saillantes, régulières, la première ovale-allongée; analogue à la fig. 24 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}94; larg , 0^{mm}48; grossi 25 fois.

Même localité.

Fig. 26. Coquille triangulaire, munie d'une étroite carène dorsale, ornée de quelques fines côtes arquées, formée de cinq grosses loges obliques, très saillantes.

Dimensions : haut., 0^{mm}67; larg., 0^{mm}27; grossi 30 fois.

Même localité.

Fig. 27. Coquille allongée, triangulaire, munie d'une large carène dorsale, ornée de quelques fines côtes interrompues et arquées, formée de loges irrégulières, arquées et saillantes, la première subsphérique, mucronée.

Dimensions : haut., 0^{mm}95; larg., 0^{mm}35; grossi 30 fois.

Argile bleue; Jelenice, près Korepice.

Fig. 28. Coquille allongée, triangulaire, carénée sur le dos, ornée de trois fines côtes interrompues, formée de loges régulières, arquées, saillantes et projetées en arrière, la première ovale; analogue à la fig. 23 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}94; larg., 0^{mm}33; grossi 25 fois.

Argile bleue, couche supérieure; Vysoka-Pélicka.

9. **Marginulina scalprum,** Terquem.

Pl. II, fig. 29 et 30.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 90, pl. IV, fig. 25 à 30.

Fig. 29, *a*, *b*. Coquille allongée, droite, transversalement ovale, ornée de quelques fines côtes interrompues et arquées, formée de sept loges irrégulières, rhomboédriques, les trois premières plus grandes que la suivante, les quatre dernières croissant régulièrement.

Dimensions : haut., $0^{mm}73$; larg., $0^{mm}16$; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer; Strojec, près Prasrka.

Fig. 30. Coquille allongée, légèrement arquée, carénée sur le dos, ornée de quelques fines côtes, interrompues et arquées, formée de huit loges irrégulières, saillantes et courtes, les cinq premières croissant régulièrement, la sixième plus petite que la précédente, les deux dernières normales.

Dimensions : haut., $1^{mm}14$; larg,, $0^{mm}34$; grossi 25 fois.

Même localité.

10. **Marginulina gibbosa,** Terquem.

Pl. II, fig. 31 et 32.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 118, pl. VII, fig. 26 et 27.

Fig. 31. Coquille allongée, ovale, rétrécie en avant, lisse, munie d'une carène dorsale, formée de trois loges saillantes, bordées, rejetées en arrière et embrassantes, la première ovale et enveloppée par la suivante; analogue à la fig. 26 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}25$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 32. Coquille allongée, ovale, mucronée, carénée sur le dos, ornée de trois fines côtes interrompues, formée de trois loges saillantes, la première ovale, la seconde ovale-aiguë, la troisième allongée en avant, embrassant les deux autres, très allongée en avant; analogue à la fig. 27 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}55$; larg., $0^{mm}17$; grossi 40 fois.

Même localité.

11. **Marginulina cornuformis,** Terquem.

Pl. II, fig. 33. *a*, *b*, *c*.

Coquille allongée, étroite, arrondie, arquée, en forme de corne, ornée de fines côtes contournées, loges non visibles.

Fig. 33. La même vue par transparence, formée de loges nombreuses, rhomboédriques.

Dimensions : haut., 1^{mm}24 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 20 fois.

Même localité.

12. **Marginulina solida,** Terquem.

Pl. II. fig. 34 à 43.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 122, pl. VIII, fig. 1 à 12.

Coquilles à loges rhomboédriques, planes.

Fig. 34. Coquille irrégulièrement trapézoïdale, transversalement ovale, rétrécie aux extrémités, formée de trois loges obliques; analogue à la fig. 4 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}58; larg., 0^{mm}25; grossi 40 fois.

Argile noire, micacée; Gory, près Rudniki.

Fig. 35. Coquille allongée, recourbée en arrière, rétrécie en avant, transversalement peu comprimée, formée de loges trapézoïdales.

Dimensions : haut., 0^{mm}98; larg., 0^{mm}25; grossi 25 fois.

Même localité.

Fig. 36. Coquille allongée, conique, élargie en avant, formée de quatre loges rhomboédriques.

Dimensions : haut., 0^{mm}63; larg., 0^{mm}17; grossi 40 fois.

Argile noire, au-dessus de la première couche de fer; Strojec près Prasrka.

Fig. 37, *a, b.* Coquille allongée, rétrécie en avant, comme mucronée, transversalement ovoïde, formée de trois loges trapézoïdales, saillantes sur le dos; analogue à la fig. 8 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}74 ; larg., 0^{mm}18; grossi 30 fois.

Même localité.

Fig. 38. Coquille allongée, conique, très étroite, formée de loges rhomboédriques, la première sphérique.

Dimensions : haut., 0^{mm}67 ; larg., 0^{mm}17 ; grossi 30 fois.

Argile bleue ; Vysoka-Pélicka.

Fig. 39, *a, b.* Coquille allongée, transversalement ovale-comprimée, rétrécie en avant, obtuse en arrière, formée de quatre loges obliques, la première et la dernière coniques, les deux intermédiaires trapézoïdales.

Argile grise; Konopisco.

Fig. 40, *a, b.* Coquille courte, conique, très comprimée, formée de trois loges, la première et la dernière triangulaires, la médiane trapézoïdale, la dernière très développée.

Dimensions : haut., 0^{mm}52 ; larg., 0^{mm}19 ; grossi 40 fois.

Marnes inférieures de l'Oxfordien ; Rodaki, près Olkutz (étiquetées de la sorte).

Fig. 41, *a, b*. Coquille allongée, transversalement ovoïde, formée de loges nombreuses, obliques, égales, la première arrondie en arrière, la dernière allongée.

Dimensions : haut., $1^{mm}15$; larg., $0^{mm}27$; grossi 20 fois.

Argile entre les deux dépôts de fer carbonaté ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 42. Coquille allongée, comprimée, arrondie en arrière, rétrécie en avant, plus large en arrière qu'en avant, formée de loges obliques, égales, rhomboédriques.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg , $0^{mm}21$; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; même localité.

Fig. 43, *a, b*. Coquille piriforme, transversalement ovale, arrondie en arrière, rétrécie en avant, formée de quatre loges obliques, rhomboédriques.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}17$; grossi 50 fois.

Argiles bleue et brune ; Vysoka-Pélicka.

13. **Marginulina contracta,** Terquem.

Pl. II, fig. 44 à 54.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 125, pl. VIII, fig. 13 à 24.

Coquilles à loges rhomboédriques, une ou plusieurs loges saillantes.

Fig. 44. Coquille allongée, comprimée, obtuse en arrière, formée de trois loges rhomboédriques en avant et d'une loge triangulaire, très développée, saillante.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}12$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 45, *a, b*. Coquille courte, transversalement ovoïde, formée de loges trapézoïdales, planes, saillantes sur le côté ventral, la première très étroite, la dernière allongée et saillante.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}27$; grossi 40 fois.

Argiles bleue et brune ; Vysoka-Pélicka.

Fig. 46, *a, b*. Coquille allongée, transversalement très comprimée, arrondie en arrière, rétrécie en avant, formée en arrière de loges trapézoïdales, planes, les deux antérieures saillantes, la dernière triangulaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}78$; larg., $0^{mm}24$; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 47, *a, b, c*. Coquille allongée, étroite, transversalement ovoïde, comprimée en arrière, formée de nombreuses loges trapézoïdales et de deux antérieures saillantes et développées.

Dimensions : haut., $1^{mm}10$; larg., $0^{mm}22$; grossi 20 fois.

Même localité.

Fig. 48, *a, b*. Coquille allongée, étroite, comprimée et recourbée en arrière,

presque ronde en avant, formée de nombreuses loges trapézoïdales, les trois antérieures saillantes, la dernière triangulaire.

Dimensions : haut., 0^{mm}94 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 25 fois.

Argile brunâtre ; Vysoka-Pélicka.

Fig. 49, *a*, *b*. Coquille allongée, conique, presque ronde, formée de loges trapézoïdales, saillantes, la première et la dernière triangulaires.

Dimensions : haut., 0^{mm}96 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 25 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 50, *a*, *b*. — Coquille allongée, conique, transversalement ronde, formée de quatre loges saillantes, la première obtuse, la dernière triangulaire.

Dimensions : haut., 0^{mm}58 ; larg., 0^{mm}14 ; grossi 40 fois.

Argile grise ; Konopisco.

Fig. 51, *a*, *b*. — Coquille courte, conique, légèrement comprimée, formée de trois loges très saillantes, la première ovale-aiguë, les deux autres trapézoïdales.

Dimensions : haut., 0^{mm}75 ; larg., 0^{mm}31 ; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 52, *a*, *b*. Coquille courte, droite, transversalement ovoïde, arrondie en arrière, formée de trois loges très saillantes, la première ovale-aiguë, la dernière triangulaire.

Dimensions : haut., 0^{mm}62 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 40 fois.

Argile bleue ; Vysoka-Pélicka.

Fig. 53. Coquille courte, triangulaire, comprimée, formée de quatre loges trapézoïdales, très saillantes.

Dimensions : haut., 0^{mm}46 ; larg., 0^{mm}23 ; grossi 50 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 54. Coquille courte, droite, arrondie, formée de quatre loges très saillantes, la première semi-lunaire, les deux suivantes quadrangulaires, la dernière irrégulièrement triangulaire.

Dimensions : haut., 0^{mm}46 ; larg., 0^{mm}13 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Espèces et variétés identiques à celles de Fontoy (1er Mémoire).

ESPÈCES	PAGES	PL.	FIG.	LOCALITÉS
Marginulina subæquilateralis.....	60	1	3	Vysoka, Strojec.
— —			6	Rudniki.
— —			7	Strojec, Konopisco.
— —			12	Strojec, Konopisco.
— *proxima*.....	62		13	Konopisco.
— —			15	Blanowice, Jelenice.
— —			17	Jelenice.
— —			19	Vysoka, Strojec.
— —			21	Vysoka.

ESPÈCES	PAGES.	PL.	FIG.	LOCALITÉS
Marginulina proxima			24	Strojec.
— —			28	Strojec.
— —			29	Vysoka, Konopisco.
— *cornucopia*	72	II	23	Vysoka.
— *biangulata*	83		21	Strojec.
— *harpula*	81	III	23	Strojec.
— —			24	Strojec.
— *tumida*			25	Strojec, Konopisco.
— *disparilis*	85	IV	3	Strojec, Konopisco.
— —			5	Strojec.
— —			7	Rudniki.
— —			15	Strojec, Rodaki.
— —			26	Jelenice.
— *flabelloides*	102	VI	4	Strojec.
— —			5	Strojec, Vysoka.
— —			8	Strojec, Vysoka.
— —			9	Rodaki.
— —			11	Vysoka.
— —			12	Vysoka.
— —			14	Strojec.
— —			16	Konopisco.
— —			20	Strojec, Jelenice.
— —			23	Strojec, Jelenice.
— —			25	Rodaki.
— —			28	Strojec, Jelenice.
— *macilenta*	112	VII	2	Vysoka.
— —			5	Wepazow.
— —			10	Jelenice, Wepazow, Wepazow.
— —		VII	12	Jelenice.
— —			13	Wepazow.
— —			16	Wepazow.
— *heteropleura*	116		22	Strojec.
— —			23	Strojec.
— —			24	Strojec.
— *pinguis*	119		29	Kostwyna.
— *solida*	122	VIII	3	Strojec, Vysoka.
— —			4	Strojec.
— —			6	Strojec.
— —			7	Strojec.
— —			8	Strojec, Rodaki, Vysoka.
— —			10	Strojec.
— —			11	Strojec.
— —			12	Vysoka, Wepazow.
— *contracta*	125	VIII	13	Vysoka, Strojec.
— —			14	Blanowice, Wepazow.
— —			15	Strojec, Jelenice.
— —			17	Strojec, Vysoka.
— —			18	Strojec, Jelenice.
— —			20	Strojec.
— —			21	Strojec, Vysoka, Konopisco.
— —			22	Strojec, Wepazow.
— —			24	Strojec.
— *minuta*	129		27	Gory, Blanowice.
— —			28	Konopisco.

11e Genre CRISTELLARIA, Lamarck.

Les Cristellaires sont, en général, bien loin d'être aussi abondantes en Pologne qu'à Fontoy ; si certaines espèces sont assez communes, par contre quelques autres sont, au contraire, fort rares ; toutes représentent dans leur ensemble une série de variétés nouvelles, que nous avons dû représenter, pour compléter l'étude de ce genre, quant à sa morphologie.

Nous avons retrouvé les types des principales divisions que nous avions établies pour les fossiles de Fontoy, et qui nous ont ainsi facilité le classement et la description de cette considérable quantité de fossiles.

1. **Cristellaria primordialis,** Terquem.

Pl. III, fig. 1 à 4.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 166, pl. IX, fig. 1 à 10.

Fig. 1. Coquille courte, comprimée, ovale-aiguë, munie en arrière de quatre côtes très fines, formée de loges planes, arquées, contournées autour de la première loge ; analogue à la fig. 4 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}24$; grossi 50 fois.

Argile jaune, sableuse ; Vysoka-Pélicka.

Fig. 2, *a*, *b*. Coquille ovale, rétrécie aux extrémités, formée de quatre loges planes, loge initiale postérieure étroite et droite, les autres arquées.

Dimensions : haut., $0^{mm}65$; larg., $0^{mm}25$; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 3, *a*, *b*. Coquille allongée, transversalement arrondie, formée de loges planes, la première ovale, les autres arquées.

Dimensions : haut., $0^{mm}71$; larg., $0^{mm}27$; grossi 20 fois.

Même localité.

Fig. 4. Coquille ovale-allongée, comprimée, obtuse en arrière, très rétrécie en avant, formée de loges planes, la première ovale, dorsale, les autres arquées.

Dimensions : haut., $0^{mm}57$; larg., $0^{mm}23$; grossi 40 fois.

Argile noire, micacée ; Gory, près Rudniki.

2. **Cristellaria anceps,** Terquem.

Pl. III, fig. 5 à 12.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 166, pl. IX, fig. 11 à 21.

Fig. 5, *a*, *b*. Coquille allongée, transversalement ovale, formée de loges saillantes, la première ovale, très petite, les autres arquées.

Dimensions : haut., 0^{mm}74 ; larg., 0^{mm}25 ; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 6, *a, b.* Coquille allongée, rétrécie en arrière, subacuminée en avant, transversalement ovale-comprimée, formée en arrière de loges saillantes et en avant de loges planes.

Dimensions : haut., 0^{mm}68 ; larg., 0^{mm}24 ; grossi 30 fois.

Même localité.

Fig. 7. Coquille allongée, triangulaire, comprimée, excavée sur le côté ventral, formée, près de la base, de loges arquées, régulières, les antérieures saillantes sur le côté dorsal.

Dimensions : haut., 0^{mm}64 ; larg., 0^{mm}28 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 8. Coquille courte, comprimée, obtuse en arrière, acuminée en avant, ornée de trois grosses côtes, formée de loges arquées, régulières, planes, sutures très larges.

Dimensions : haut., 0^{mm}42 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 9. Coquille ovale, obtuse en arrière, rétrécie en avant, formée de loges saillantes, la première ovale-aiguë, la suivante oblique, parallèle, la dernière triangulaire.

Dimensions : haut., 0^{mm}44 ; larg., 0^{mm}19 ; grossi 50 fois.

Argile grise ; Konopisco.

Fig. 10. Coquille allongée, ovale, formée de loges planes, la première semi-lunaire, les suivantes irrégulières, plus ou moins obliques, la dernière saillante, allongée, placée en dessus.

Dimensions : haut., 0^{mm}78 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 30 fois.

Argile noire ; Kostwyna.

Fig. 11, *a, b.* Coquille ovale, comprimée, arrondie en arrière, rétrécie en avant, formée de loges planes, très obliques.

Dimensions : haut., 0^{mm}51 ; larg., 0^{mm}23 ; grossi 40 fois.

Argile bleue ; Vysoka-Pélicka.

Fig. 12. Coquille allongée, comprimée, arrondie en arrière, rétrécie en avant, formée de loges régulières, transversales, la première semi-lunaire, la dernière triangulaire.

Dimensions : haut., 0^{mm}50 ; larg., 0^{mm}22 ; grossi 40 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

3. **Cristellaria triquetra,** Terquem.

Pl. III, fig. 13 et 14.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 168, pl. IX, fig. 25 et 26.

Fig. 13, *a, b.* Coquille triangulaire, comprimée, ornée dans le milieu de quelques grosses côtes, formée de loges à peine indiquées.

Fig. 14, *c.* La même vue par transparence, loges régulières, obliques, la première semi-lunaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; larg., $0^{mm}26$; grossi 30 fois.

Même localité.

4. **Cristellaria similis,** Terquem.

Pl. III, fig. 15 et 16.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 169, pl. IX, fig. 30.

Fig. 15, *a, b.* Coquille allongée, droite, comprimée, ornée en arrière de quelques grosses côtes, formée à la base de trois loges obliques, planes et en avant de trois loges très saillantes.

Dimensions : haut., $0^{mm}86$; larg., $0^{mm}24$; grossi 25 fois.

Marnes étiquetées oxfordiennes ; Rodaki, près Olkultz.

Fig. 16. Coquille allongée, droite, comprimée, formée à la base de loges planes et en avant de loges saillantes, obliques, rhomboédriques.

Dimensions : haut., $1^{mm}02$; larg., $0^{mm}24$; grossi 25 fois.

Argile bleue ; Jelenice, près Korepice.

5. **Cristellaria prava,** Terquem.

Pl. III, fig. 17.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 172, pl. X, fig. 25 à 29.

Coquille allongée, droite, comprimée, ornée à la base de trois grosses côtes, formée en arrière de trois loges planes, les suivantes prolongées, les deux dernières saillantes, l'avant-dernière rhomboédrique, la dernière triangulaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}38$; larg., $0^{mm}14$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

6. **Cristellaria subinvoluta,** Terquem.

Pl. III, fig. 18 à 24.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 171, pl. X, fig. 1 à 18.

Fig. 18, *a, b.* Coquille courte, ovale, très comprimée, formée de loges planes,

régulières, arquées, la première sphérique, les trois dernières rejetées sur la base.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki près Scilgna.

Fig. 19. Coquille allongée, comprimée, arrondie en arrière, rétrécie en avant, formée de loges peu saillantes, les premières transversales, les deux dernières allongées, arquées, projetées sur la loge basale ; analogue à la fig. 16 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}19$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 20. Coquille allongée, droite, ornée de sept ou huit côtes, qui n'atteignent ni la base ni le sommet, formée de loges planes, arquées, la dernière triangulaire, saillante.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}20$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 21. Coquille allongée, comprimée, triangulaire, arrondie en arrière, ornée de fines côtes, formée en arrière de loges planes, arquées et en avant de trois loges saillantes, obliques, la dernière lisse.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg., $0^{mm}46$; grossi 25 fois.

Argile noire ; Blanowice.

Fig. 22. Coquille allongée, comprimée, lisse, triangulaire, convexe sur le dos, concave sur le côté ventral, formée en arrière de loges planes et en avant de quatre loges saillantes, la dernière allongée, très saillante.

Dimensions : haut., $0^{mm}80$; larg., $0^{mm}42$; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 23. Coquille allongée, droite, lisse, formée en arrière de trois loges planes, très petites, la suivante projetée sur la base, et en avant de quatre loges renflées, saillantes sur le côté ventral, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}56$; larg., $0^{mm}18$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 24. Coquille triangulaire, comprimée, ornée de grosses côtes, qui n'atteignent ni la base ni le sommet, formée de loges régulières, obliques, planes.

Dimensions : haut., $0^{mm}66$; larg., $0^{mm}29$; grossi 30 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

7. **Cristellaria suturalis**, Terquem.

Pl. III, fig. 25, *a*, *b*.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 172, pl. x, fig. 19 à 24.

Coquille allongée, droite, transversalement presque ronde, formée à la base d'une loge ovale-aiguë, les autres saillantes, obliques ; analogue à la fig. 19 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}60 ; larg., 0^{mm}22 ; grossi 25 fois.

Argile sur la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

8. **Cristellaria lagenæformis,** Terquem.

Pl. III, fig. 26, *a, b.*

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 175, pl. x, fig. 30.

Coquille allongée, droite, transversalement ovale, lisse, subacuminée en avant, formée de loges régulières, saillantes, obliques, comme tordues.

Dimensions : haut., 0^{mm}64 ; larg., 0^{mm}19 ; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

9. **Cristellaria anomala,** Terquem.

Pl. III, fig. 27.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p, 177, pl. XIII, fig. 25 à 30.

Coquille allongée, comprimée, lisse, formée de loges irrégulières, la première mucronée, triangulaire, la seconde rhomboédrique, les deux dernières triangulaires.

Dimensions : haut., 0^{mm}48 ; larg., 0^{mm}21 ; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

10. **Cristellaria semi-lunaris,** Terquem.

Pl. III, fig. 28 et 29.

Coquille allongée, semi-lunaire, comprimée, lisse, formée en arrière d'une loge allongée, horizontale, arrondie en avant, aiguë en arrière ; en avant, quatre loges planes, triangulaires, allongées, reposant toutes sur la loge basale, la dernière presque verticale, excavée sur le côté ventral.

Dimensions : haut., 0^{mm}42 ; larg., 0^{mm}19 ; grossi 50 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 29, *a, b.* Coquille allongée, ovale-aiguë, lisse, transversalement ovale, formée de loges planes, la première transversale, les autres reposant sur la loge basale.

Dimensions : haut., 0^{mm}40 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 50 fois.

Même localité.

11. **Cristellaria semi-involuta,** Terquem.

Pl. III, fig. 30 à 37.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 175, pl. XI, fig. 1-30, pl. XII, fig. 1-24.

Fig. 30. Coquille ovale-aiguë, comprimée, formée en arrière de loges planes et verticales et en avant de loges obliques dans le milieu, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 31. Coquille ovale-aiguë, comprimée, lisse, formée de loges planes; à la base une loge ovale, les autres loges obliques, croissant régulièrement ; analogue à la fig. 24 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg., $0^{mm}24$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Blanowice.

Fig. 32. Coquille allongée, comprimée, ornée de fines côtes qui ne recouvrent pas la base et qui, alternativement, atteignent le sommet, formée de loges planes, régulières, arquées, les deux antérieures saillantes, la dernière très étroite ; analogue à la fig. 11 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}51$; larg., $0^{mm}24$; grossi 40 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 33. Coquille allongée, comprimée, lisse, munie sur le dos et à la base d'une étroite carène, formée de loges planes, régulières, arrondies à la base et sur le dos, aiguës sur le côté ventral.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}20$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 34. Coquille ovale-aiguë, comprimée, lisse, formée de loges planes régulières, arrondies sur le côté dorsal, les trois dernières projetées sur sa loge initiale.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}22$; grossi 40 fois.

Argile noire, micacée ; Blanowice.

Fig. 35. Coquille allongée, comprimée, arrondie en arrière, rétrécie en avant, ornée en arrière de trois grosses côtes et de quelques fines côtes sur le côté antérieur, formée de loges non distinctes; vues par transparence, loges obliques, droites, régulières.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}28$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Kostwyna.

Fig. 36. Coquille ovale, arrondie en arrière, rétrécie en avant, entourée d'une étroite carène, ornée dans le milieu de fines côtes, formée de loges saillantes, régulières.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}30$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 37, *a*, *b*. Coquille allongée, carénée sur le dos et à la base, ornée sur le côté ventral de trois grosses côtes, transversalement étroite sur le côté dorsal, renflée et arrondie sur le côté ventral, formée de loges saillantes, la première subsphérique, les deux suivantes triangulaires, trois autres quadrangulaires, la dernière triangulaire ; ouverture portée sur un rostre dirigé vers le dos.

Dimensions : haut., $0^{mm}74$; larg., $0^{mm}32$; grossi 30 fois.

Même localité.

12. **Cristellaria hybrida,** Terquem.

Pl. III, fig. 38 à 49.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 179, pl. XIV, fig. 1 à 30.

Fig. 38, *a*. *b*. Coquille ovale, comprimée, lisse, formée de loges planes, régulières, la dernière saillante, projetée et enveloppant la loge basale.

Dimensions : haut., $0^{mm}38$; larg., $0^{mm}22$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 39. Coquille allongée, arquée, lisse, entourée d'une étroite carène, formée en arrière de loges planes et en avant de cinq loges saillantes, transversales, quadrangulaires.

Dimensions : haut., $0^{mm}82$; larg., $0^{mm}30$; grossi 25 fois.

Argile noire ; Konopisco.

Fig. 40. Coquille allongée, comprimée, ornée de quelques grosses côtes interrompues, entourée d'une grosse carène, formée de loges saillantes, régulières.

Dimensions : haut., $0^{mm}56$; larg., $0^{mm}28$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 41, *a*, *b*. Coquille conique, comprimée, lisse, transversalement ovale-aiguë aux extrémités, formée de loges planes, régulières.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; larg., $0^{mm}30$; grossi 30 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 42. Coquille triangulaire, comprimée, lisse, formée de loges planes, irrégulières ; la première sphérique, les quatre dernières bordées, la dernière saillante.

Dimensions : haut., $0^{mm}70$; larg., $0^{mm}38$; grossi 30 fois.

Même localité.

Fig. 43. Coquille ovale-aiguë, comprimée, lisse, formée de loges régulières, la première loge sphérique, la dernière très allongée, saillante, arrondie sur le côté ventral, projetée sur la loge initiale.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}20$; grossi 50 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 44, *a*, *b*. Coquille allongée, lisse, transversalement ovale, formée de loges

régulières, saillantes, obliques, les premières triangulaires, les quatre dernières rhomboédriques, ouverture renversée sur le côté dorsal.

Dimensions : haut., 0^{mm}92 ; larg., 0^{mm}32 ; grossi 25 fois.

Argile grise ; Konopisco.

Fig. 45. Coquille allongée, lisse, formée de loges saillantes, irrégulières, les deux premières sphériques, base semi-lunaire, les loges suivantes triangulaires, les autres rhomboédriques, ouverture renversée du côté dorsal.

Dimensions : haut., 1^{mm}18; larg., 0^{mm}28; grossi 20 fois.

Même localité.

Fig. 46. Coquille droite, comprimée, ornée de quatre grosses côtes, qui, partant du sommet, n'atteignent pas la base, formée de loges saillantes, irrégulières, obliques, la première sphérique, l'avant-dernière projetée sur la loge initiale.

Dimensions : haut., 0^{mm}36 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 47. Coquille ovale-aiguë, lisse, comprimée, formée de loges planes, régulières, la première sphérique.

Dimensions : haut., 0^{mm}34 ; larg., 0^{mm}18; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 48, *a*, *b*. Coquille subtriangulaire, entourée d'une étroite carène, comprimée, arrondie en arrière, formée de loges planes, arquées, la première loge sphérique, cloisons larges.

Dimensions : haut., 0^{mm}55; larg., 0^{mm}33 ; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 49. Coquille allongée, lisse, comprimée, formée de loges saillantes, irrégulières, la première sphérique, la dernière triangulaire, très petite.

Dimensions : haut., 0^{mm}48; larg., 0^{mm}24 ; grossi 40 fois.

Argile noire ; Wepazow.

13. **Cristellaria centralis,** Terquem.

Pl. III, fig. 50 et 53.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 181, pl. xv, fig. 1 à 30.

Fig. 50. Coquille allongée, conique, lisse, comprimée, arrondie à la base, formée de loges régulières, planes, obliques, les antérieures rhomboédriques.

Dimensions : haut., 0^{mm}50; larg., 0^{mm}18; grossi 40 fois.

Marne sableuse ; Blanowice.

Fig. 51. Coquille conique, lisse, comprimée, arrondie à la base, formée en arrière de loges renflées, planes, et en avant de trois loges saillantes, triangulaires.

Dimensions : haut., 0^{mm}64 ; larg., 0^{mm}31 ; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 52. Coquille semi-lunaire, tronquée sur le côté ventral, formée de loges planes, les dernières très obliques, projetées sur la base.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg., $0^{mm}22$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 53. Coquille allongée, arquée, comprimée, lisse, entourée d'une large carène, formée de loges planes, régulières, obliques.

Dimensions : haut., $0^{mm}68$; larg., $0^{mm}22$; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

14. **Cristellaria centrogyrata,** Terquem.

Pl. III, fig. 54 et 55.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 181, pl. XVI, fig. 7 à 14.

Fig. 54. Coquille allongée, arquée, comprimée, lisse, entourée d'une étroite carène, formée de loges planes, régulières, loges de la base triangulaires, bordées, les autres plus ou moins arquées, non bordées, la dernière saillante, triangulaire.

Dimensions : haut., $1^{mm}06$; larg., $0^{mm}52$; grossi 20 fois.

Argile noire ; Konopisco.

Fig. 55. Coquille allongée, arquée, comprimée, lisse, base entourée d'une large carène, formée à la base de loges planes, bordées, et en avant de loges saillantes rhomboédriques.

Dimensions : haut., $0^{mm}82$; larg., $0^{mm}52$; grossi 25 fois.

Même localité.

15. **Cristellaria mutabilis,** Terquem.

Pl. III, fig. 56, *a*, *b*.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 170, pl. XVII, fig. 1 à 30.

Coquille allongée, irrégulièrement triangulaire, entourée d'une étroite carène, ornée de fines côtes irrégulières, formée de loges non distinctes ; vue par transparence, formée à la base de trois loges sphériques, les autres arquées, rhomboédriques, la dernière très étroite, triangulaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}80$; larg., $0^{mm}36$; grossi 30 fois.

Argile noire ; Kostwyna.

16. **Cristellaria mamillaris,** Terquem.
Pl. IV, fig. 1 à 4.

Coquille courte, discoïdale, non développée en crosse, parfois carénée, plus ou moins arrondie ou aiguë sur le pourtour, munie d'un fort nucléus, formée de loges planes, arquées ou droites, triangulaires ou quadrangulaires.

Il est à remarquer que, par transparence, on voit les loges se continuer jusqu'au centre de la coquille, tandis que dans les autres espèces de Cristellaires, c'est le nucléus qui occupe le centre.

Fig. 1, *a, b.* Coquille arrondie sur le pourtour, formée de loges à peine marquées, quadrangulaires, droites, la dernière saillante.

Dimensions : haut., $0^{mm}67$; larg., $0^{mm}53$; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec.

Argile noire bitumineuse ; Wepazow.

Argile noire ; Rudniki.

Fig. 2, *a, b.* Coquille à pourtour saillant, arrondi, comme carénée, munie d'un large nucléus, formée de loges semi-lunaires, excavées à l'intérieur ; ouverture bordée.

Fig. 2, *c.* La même vue par transparence, loges nombreuses, régulières, triangulaires, cloisons épaisses.

Dimensions : haut., $0^{mm}78$; larg., $0^{mm}38$; grossi 25 fois.

Argile bleue ; Wysoka-Pélicka.

Fig. 3, *a, b.* Coquille à pourtour obtus, munie d'un nucléus étroit, formée de loges nombreuses, planes, quadrangulaires, obliques.

Dimensions : haut., $1^{mm}04$; larg., $0^{mm}88$; grossi 20 fois.

Argile noire ; Konopisco.

Fig. 4, *a, b.* Coquille à pourtour aiguë, entourée d'une carène foliacée, munie d'un nucléus étroit, formée de loges à peine visibles.

Dimensions : haut., $1^{mm}04$; larg., $0^{mm}84$; grossi 20 fois.

Argile bleue ; Wysoka-Pélicka.

17. **Cristellaria flagellum,** Terquem.
Pl. IV, fig. 5 à 21.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 358, pl. XL, fig. 7 à 23.

Coquille orbiculaire, disciforme ou ovale-allongée, le plus souvent entourée d'une carène foliacée, ornée de côtes carrées, rayonnantes, la plupart terminées comme la lanière d'un fouet, allongée, étroite et plus ou moins contournée; les côtes

parfois remplacées par des incisions larges et profondes; base enroulée à un ou deux tours de spire; formée de loges triangulaires plus ou moins arquées.

Cette espèce, assez abondante dans toutes les couches fossilifères, se montre en Pologne, avec les mêmes caractères et la même multiplicité de variétés qu'à Fontoy, passant du simple au composé.

Fig. 5. Coquille ovale-allongée, lisse, munie d'une large carène foliacée, entourant le dos et la base, formée de cinq loges irrégulières, la première très petite, sphérique, la seconde ovale, la troisième triangulaire, la quatrième quadrangulaire, la dernière triangulaire, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}32$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 6. Coquille discoïdale, entourée d'une étroite carène, formée de loges planes, cloisons arquées, saillantes, devenant successivement plus épaisses.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}48$; grossi 35 fois.

Même localité.

Fig. 7. Coquille discoïdale, entourée d'une large carène foliacée, ornée dans le milieu de six grosses côtes rayonnantes, n'atteignant pas le bord dorsal, munie sur le côté ventral de quelques fines côtes, formée de loges non distinctes, la dernière saillante, triangulaire, ouverture incisée.

Dimensions : haut., $0^{mm}66$; larg., $0^{mm}54$; grossi 30 fois.

Argile bleue; Wysoka-Pélicka.

Argile entre deux dépôts de fer carbonaté ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 8, *a*. Coquille semi-lunaire, entourée d'une étroite carène, ornée de quelques grosses côtes irrégulières, loges non visibles.

Fig. 8, *b*. Coupe de la même coquille, munie de deux tours de spire, loges triangulaires, cloisons épaisses, ne correspondant ni avec le nombre ni avec la disposition des côtes de la face supérieure; analogue à la fig. 13 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}30$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Konopisco.

Fig. 9. Coquille orbiculaire, entourée d'une carène foliacée, ornée de grosses côtes irrégulières, ouverture incisée.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; larg., $0^{mm}50$; grossi 30 fois.

Même localité.

Fig. 10. Coquille orbiculaire, entourée d'une carène foliacée, ornée de côtes recourbées en forme de crochet à leur extrémité et rayonnantes, d'un disque central, dernière loge excavée et bordée ; analogue à la fig. 16 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg. $0^{mm}52$; grossi 30 fois.

Argile bleue; Wysoka-Pélicka.

Fig. 11. Coquille orbiculaire, entourée d'une carène foliacée, ornée de côtes

rayonnantes, très larges vers le centre, très étroites près du bord, loges non distinctes.

Dimensions : haut., 0^{mm}80 ; larg., 0^{mm}66 ; grossi 25 fois.

Argile bleue; Jelenice, près Korepice.

Fig. 12. Coquille suborbiculaire, entourée d'une carène foliacée, munie d'une plaque centrale, d'où rayonnent de grosses côtes, renflées et tronquées à leur extrémité, loges non distinctes.

Dimensions : haut : 0^{mm}35 ; larg., 0^{mm}26 ; grossi 60 fois.

Argile noire bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 13. Coquille orbiculaire, entourée d'une carène foliacée, ornée dans le centre de côtes irrégulières et sur le méplat de grosses côtes rayonnantes, dont l'extrémité est amincie et repliée, la dernière loge bordée.

Dimensions : haut., 0^{mm}72 ; larg., 0^{mm}60 ; grossi 30 fois.

Argile bleue ; Même localité.

Fig. 14, *a*. Coquille allongée, entourée d'une carène foliacée, ornée à la base de côtes irrégulières, plus haut, de grosses côtes rayonnantes, terminées par un mince filet recourbé ; sur l'autre côté, l'extrémité des côtes enroulée.

Dimensions : haut., 0^{mm}86 ; larg., 0^{mm} 58; grossi 25 fois.

Argile noire sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 14, *b*. La même coquille vue de côté, ornée de côtes très saillantes, celles de la base plus étroites.

Fig. 15. Coquille allongée, arquée, entourée d'une carène obtuse, ornée de grosses côtes rayonnantes, la plupart terminées en forme de crochet; ouverture incisée.

Dimensions : haut., 0^{mm}72 ; larg., 0^{mm}52 ; grossi 30 fois.

Argile noire; Konopisco.

Fig. 16. Coquille allongée, arquée, un peu onduleuse sur le pourtour, entourée d'une carène obtuse, ornée dans le milieu d'un anneau allongé d'où rayonnent de grosses côtes, se terminant en un filet très contourné.

Dimensions : haut., 0^{mm}74 ; long. 0^{mm}50 ; grossi 30 fois.

Argile bleue ; Wysoka-Pélicka.

Fig. 17. Coquille ovale-allongée, entourée d'une carène obtuse, ornée de quelques grosses côtes irrégulières, soudées vers le centre, extrémité non amincie et repliée; analogue à la fig. 12 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}40 ; larg,, 0^{mm}25 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 18. Coquille suborbiculaire, entourée d'une fine côte, munie d'une étroite carène sur le côté dorsal, ornée de côtes très irrégulières, terminées en lanière contournée ; analogue à la fig. 17 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}74 ; larg., 0^{mm}56 ; grossi 30 fois.

Argile bleue; Jelenice, près Korepice.

Fig. 19. Coquille allongée, entourée d'une étroite carène, ornée de côtes irrégulières; analogue à la fig. 18 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

Argile noire; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 20. Coquille orbiculaire, entourée d'une large carène, ornée de côtes rayonnantes, les antérieures terminées en une très longue lanière enroulée.

Dimensions : haut., $0^{mm}90$; larg., $0^{mm}74$; grossi 20 fois.

Argile noire; Konopisco.

Fig. 21. Coquille suborbiculaire, entourée d'une carène foliacée, ornée de grosses côtes rayonnantes et de fines côtes enroulées et contournées.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg , $0^{mm}34$; grossi 40 fois.

Argile noire bitumineuse; Rudniki, près Scilgna.

18. **Cristellaria polymorpha,** Terquem.

Pl. IV, fig. 22 à 25.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 192, pl. XIX, XX et XXI, fig. 1 à 30; p. 361, pl. XL, fig. 24 à 26.

Cette espèce, très abondante et très variée à Fontoy, est au contraire fort rare en Pologne, où elle n'est représentée que par quelques coquilles irrrégulières de forme et munies d'ornements fort simples.

Coquille plus ou moins orbiculaire, comprimée, carénée, ornée de quelques côtes irrégulières, tronquée et excavée sur le côté ventral; loges non distinctes.

Fig. 22. Coquille suborbiculaire, irrégulière, entourée d'une grosse côte, ornée sur le méplat d'une côte contournée.

Dimensions : haut., $0^{mm}47$; larg., $0^{mm}36$; grossi 40 fois.

Fig. 23. Coquille suborbiculaire, régulière, entourée d'une étroite carène et et d'une grosse côte, ornée de quelques grosses côtes irrégulières.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}33$; grossi 40 fois.

Fig. 24. Coquille allongée, munie sur le dos et à la base d'une étroite carène foliacée et sur le côté ventral d'une grosse côte, ornée de quelques côtes irrégulières.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}35$; grossi 40 fois.

Fig. 25. Coquille suborbiculaire, longuement excavée sur le côté ventral et bordée, ornée de quelques côtes irrégulières.

Dimensions : haut., $0^{mm}80$; larg., $0^{mm}58$; grossi 30 fois.

Espèces et variétés identiques à celles de Fontoy (2e Mém.).

ESPÈCES	PAGES	PL.	FIG.	LOCALITÉS
Cristellaria anceps	166	IX	15	Blanowice, Rudniki.
— —		»	16	Blanowice.
— —		»	17	Blanowice.
— *subinvoluta*	171	X	7	Rudniki.
— —		»	10	Blanowice.
— —		»	11	Blanowice.
— —			12	Blanowice.
— *prava*	172	»	25	Blanowice.
— *semi-involuta*	175	XI	2	Jelenice.
— —		»	8	Konopisco.
— —		»	9	Strojec.
— —		»	21	Rudniki.
— —			30	Vysoka.
— —		XII	10	Rudniki.
— —			13	Rudniki.
— —		XIII	7	Rudniki, Wepazow.
— —			11	Rudniki.
— —			16	Wyrazow, Wepazow.
— —			20	Blanowice.
— —			22	Gory-Rudniki.
— *hybrida*	179	XIV	3	Wyrazow.
— —			7	Rudniki.
— —			14	Jelenice.
— —			20	Jelenice.
— *centralis*	181	XV	3	Blanowice.
— —			18	Rudniki.
— —			19	Rudniki.
— *polymorpha*	192	XIX	24	Rudniki.
— —			29	Rudniki.
— —		XX	19	Rudniki.
— —			20	Vysoka.

12e Genre HAPLOPHRAGMIUM, Reuss.

Reuss (1) a établi ce genre pour une coquille du Miocène de Vienne (Autriche); nous en avons signalé la présence dans l'Éocène des environs de Paris, dans le Fuller's de Fontoy et enfin dans le même terrain de la Pologne; dans toutes ces localités, les fossiles sont très rares.

Nous avons eu à représenter deux espèces pour Fontoy, et nous en avons deux nouvelles pour les environs de Varsovie.

1. **Haplophragmium tuberosum,** Terquem.

Pl. IV, fig. 26 à 28.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 232, pl. xxiv, fig. 27 à 30.

Fig. 26, *a, b.* Coquille courte, très rugueuse, agglutinante, transversalement arrondie, formée à la base de cinq loges renflées, les deux premières sphériques, les suivantes triangulaires, la cinquième subquadrangulaire, la dernière loge, très renflée, couvrant toute la base; sutures larges et profondes, ouverture orbiculaire, portée sur un court rostre et placée au milieu de la loge.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}58$; grossi 30 fois.

Argile bleue; Jelenice, près Korepice.

Fig. 27. Coquille allongée, droite, agglutinante, non rugueuse, formée de loges irrégulières, saillantes; à la base deux loges latérales, les deux suivantes orbiculaires, une autre transversale subquadrangulaire, la dernière subsphérique, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}96$; larg., $0^{mm}50$; grossi 25 fois.

Même localité.

Fig. 28. Coquille allongée, transversalement arrondie, agglutinante, mais lisse, formée à la base de six loges planes, légèrement comprimées, triangulaires, sutures à peine visibles; à la crosse, trois loges saillantes, transversales, les deux premières quadrangulaires, la dernière semi-lunaire, sutures larges.

Dimensions : haut., $1^{mm}26$; larg., $0^{mm}60$; grossi 20 fois.

Même localité.

2. **Haplophragmium dubium,** Terquem.

Pl. IV, fig. 29 et 30.

Fig. 29, *a, b.* Moule en sulfure de fer, conique, très étroit en avant, agglutinant

(1) Reuss. Académie de Vienne, t. XVIII, pl. II, fig. 30.

et rugueux, légèrement comprimé, formé à la base d'une grosse loge centrale et de loges triangulaires; à la crosse, de six loges transversales, quadrangulaires, diminuant de grosseur d'arrière en avant.

Dimensions : haut., 0^{mm}86; larg., 0^{mm}30; grossi 25 fois.

Même localité.

Fig. 30. Coquille allongée, transversalement arrondie, agglutinante, très rugueuse, formée de trois loges renflées, la première très petite et ronde, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., 0^{mm}68; larg., 0^{mm}32; grossi 40 fois.

Même localité.

13^{e} Genre FRONDICULARIA, Defrance.

Les Frondiculaires de la Pologne sont remarquables par la bonne conservation des coquilles qui leur donne tous les caractères de coquilles vivantes : le test est brillant, comme doré ; les loges sont vides et transparentes ; bien que ce genre ne se présente pas en Pologne avec autant de variété qu'à Fontoy, cependant, sur les cinq espèces que nous représentons, trois sont nouvelles.

1. **Frondicularia spatulata**, Terquem.

Pl. IV, fig. 31 et 32.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 215, pl. XXII, fig. 10 à 19.

Fig. 31. Coquille allongée, comprimée, lisse, spatulée, formée de loges anguleuses, en chevrons, renflées, saillantes, excavées dans le milieu, croissant régulièrement, première loge sphérique ; analogue à la fig. 14 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}70 ; larg., 0^{mm}28; grossi 30 fois.

Argile noire ; Blanowice.

Fig. 32, *a*, *b*. Coquille allongée, comprimée, spatulée, ornée de fines côtes obliques, formée de loges en chevrons, la première lisse, sphérique, la dernière renflée, sutures profondes.

Dimensions : haut., 1^{mm}36; larg., 0^{mm}40; grossi 15 fois.

Même localité.

2. **Frondicularia irregularis,** Terquem.

Pl. IV, fig. 33.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 216, pl. XXII, fig. 21 et 22.

Coquille en forme d'éventail, comprimée, lisse, spathique, jaune, transparente, rétrécie en arrière, élargie en avant, formée en arrière d'une loge sphérique, très petite, la suivante très étroite, suture arquée, les autres loges grandissant régulièrement, suture anguleuse, sommet arrondi ; analogue à la fig. 21 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}45$: larg., $0^{mm}28$; grossi 50 fois.

Argile noire ; Blanowice.

3. **Frondicularia excavata,** Terquem.

Pl. IV, fig. 34, *a, b.*

Coquille allongée, droite, lisse, comprimée, munie dans le milieu d'une excavation longitudinale, formée de loges planes, transversales, régulières, la première sphérique.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}18$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

4. **Frondicularia fenestrata,** Terquem.

Pl. IV, fig. 35.

Coquille allongée, droite, comprimée, ornée de six grosses côtes, formée de loges en chevrons, la première saillante, les quatre suivantes planes, la dernière saillante, rétrécie et allongée, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}47$; larg., $0^{mm}19$; grossi 50 fois.

Même localité.

5. **Frondicularia nuda,** Terquem.

Pl. IV, fig. 36 et 37.

Coquille allongée, spatuliforme, comprimée, lisse, déprimée dans le milieu, formée de loges nombreuses, planes, régulières, en chevrons, la première sphérique, sutures droites et parallèles.

Dimensions : haut., $0^{mm}53$; larg., $0^{mm}21$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 37. Coquille allongée, spatuliforme, très rétrécie en arrière, comprimée, lisse, formée de loges nombreuses, planes, régulières, en chevrons, la première sphérique ; sutures droites, déprimées et excavées à l'angle intérieur.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}17$; grossi 50 fois.

Même localité.

14e Genre FLABELLINA, d'Orbigny.

Les Flabellines sont moins abondantes et moins variées en Pologne qu'à Fontoy ; les espèces se présentent avec les mêmes caractères à la base : elle est constituée d'une Cristellaire à forme définie, qui donne ainsi la dénomination à la Flabelline.

Les coquilles, dans certaines localités, se montrent dans un parfait état de conservation ; mais il est à remarquer que parfois la base est à l'état de coquille morte, c'est-à-dire terne et opaque, lorsque la partie supérieure est brillante et transparente.

Les environs de Varsovie ne contiennent que quatre espèces, dont deux se rapportent à des espèces de Fontoy et deux autres sont nouvelles, ayant d'autres Cristellaires pour base.

1. **Flabellina primordialis,** Terquem.

Pl. IV, fig. 38.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 172, pl. x, fig. 19 à 24.

Coquille courte, ovale, lisse, formée à la base du *Cristellaria primordialis*, munie d'une carène foliacée, la dernière loge en chevron, saillante, très allongée sur le côté ventral ; Cristellaire analogue à la fig. 23 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}26$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

2. **Flabellina subinvoluta,** Terquem.

Pl. IV, fig. 39.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 171, pl. x, fig. 1 à 18.

Coquille ovale, comprimée, lisse, formée à la base du *Cristellaria subinvoluta*, à loges planes, non bordées ; en avant, loges en chevrons, saillantes et bordées, jaunes et translucides ; Cristellaire analogue à la fig. 12 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}78 ; larg., 0^{mm}36 ; grossi 30 fois.

Même localité.

3. **Flabellina semi-involuta,** Terquem.

Pl. IV, fig. 40 à 44.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 225, pl. XXIII, fig. 29 et 30 ; pl. XXIV, fig. 1 à 10.

Fig. 40. Coquille subquadrangulaire, formée à la base d'un Cristellaire (*Cristellaria semi-involuta,* pl. XII, fig. 8); loges douées de pores, horizontales, planes, et deux loges antérieures obliques ; en avant deux grandes loges en chevrons, saillantes et bordées.

Dimensions : haut., 0^{mm}50; larg., 0^{mm}24; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 41. Coquille spatuliforme, à test brillant, jaunâtre, translucide, formée de loges bordées, base identique à la Cristellaire, pl. XII, fig. 10, de Fontoy ; loges régulières ; loges antérieures en chevrons, bordées et irrégulières.

Dimensions : haut., 0^{mm}61 ; larg., 0^{mm}25 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 42. Coquille spatuliforme, allongée, à test brillant et translucide, formée de loges bordées, base analogue à la fig. 22, pl. XII, de Fontoy ; deux loges antérieures en chevrons, saillantes et bordées ; sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., 0^{mm}55 ; larg., 0^{mm}26 ; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 43. Coquille ovale-aiguë, formée à la base d'une Cristellaire analogue à la fig. 24 de la pl. XI de Fontoy ; loges de la base planes, deux loges de la crosse bordées, deux loges antérieures en chevrons, saillantes et bordées.

Dimensions : haut., 0^{mm}66 ; larg., 0^{mm}34 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 44. Coquille allongée, étroite, à côtés parallèles, formée à la base d'une Cristellaire, analogue à la fig. 23, pl. XI, de Fontoy, loges planes, deux loges de la crosse verticales et appuyées sur sa loge initiale ; quatre loges antérieures en chevrons, saillantes, sensiblement égales, remplies de sulfure de fer.

Dimensions : haut., 0^{mm}58 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 40 fois.

Même localité.

4. **Flabellina instabilis,** Terquem.

Pl. IV, fig. 45 et 46.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 227, pl. XXIV, fig. 13 et 14.

Coquille allongée, droite, formée à la base d'une Cristellaire analogue à la fig. 15 de la pl. XVII de Fontoy ; trois loges sphériques à la base, loges de la crosse planes et obliques ; quatre loges antérieures en chevrons, très aiguës, saillantes et bordées.

Dimensions : haut., $0^{mm}71$; larg., $0^{mm}22$; grossi 35 fois.

Même localité.

Fig. 46. Coquille spatuliforme, à test brillant, translucide, loges vides, formée à la base d'une Cristellaire analogue à la fig. 11 de la pl. XVIII de Fontoy ; à la base trois loges horizontales, à la crosse trois loges triangulaires ; loges antérieures en chevrons, nombreuses, saillantes, régulières, excavées à l'angle interne.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg., $0^{mm}33$; grossi 30 fois.

Même localité.

15e Genre ROBULINA, d'Orbigny.

Les Robulines sont, en général, assez rares et se montrent munies de leur test ; sur les trois espèces que nous représentons, deux se sont trouvées à Fontoy, la troisième est nouvelle.

1. **Robulina labiata,** Terquem.

Pl. V, fig. 1, *a*, *b*.

Coquille orbiculaire, discoïdale, lisse, entourée d'une carène étroite et arrondie, formée de loges planes, la dernière seule visible, triangulaire, terminée par deux lèvres arquées, se continuant jusqu'au centre de la coquille.

Dimensions : haut., $0^{mm}74$; larg., $0^{mm}68$; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

2. **Robulina oolithica,** Terquem.

Pl. V, fig. 2, *a*, *b*.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 366, pl. XLI, fig. 12, *a*, *b*.

Coquille orbiculaire, discoïdale, lisse, entourée d'une carène étroite et arrondie, munie d'un gros nucléus, formée de loges planes, les trois dernières seules visibles, triangulaires.

Dimensions : haut., $0^{mm}30$; larg., $0^{mm}27$; grossi 80 fois.
Argile noire, micacée ; Gory, près Rudniki.

3. **Robulina semi-nuda,** Terquem.

Pl. V, fig. 3, *a*, *b*.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 366, pl. XLI, fig. 13, *a*, *b*.

Coquille orbiculaire, discoïdale, lisse, entourée d'une carène étroite et arrondie, munie d'un étroit nucléus, formée de loges non distinctes, n'occupant que les deux tiers de la coquille.

Dimensions : haut., $0^{mm}92$; larg., $0^{mm}66$; grossi 25 fois.
Même localité.

16e Genre NONIONINA, d'Orbigny.

Les Nonionines ne se sont produites qu'à l'état de moule et leur détermination est parfois assez difficile : la spire est plane, les deux côtés similaires ; l'ouverture est placée sur le côté, contre le retour de la spire.

Des trois espèces que nous représentons, deux se sont trouvées à Fontoy, une espèce est nouvelle.

1. **Nonionina nodulosa,** Terquem.

Pl. V, fig. 4 et 5.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 367, pl. XLI, fig. 14, *a*, *b*.

Fig. 4, *a*, *b*. Moule orbiculaire, noduleux, largement ombiliqué, arrondi sur le pourtour, formé d'un tour de spire, à huit loges renflées, croissant régulièrement, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}35$; larg., $0^{mm}40$; grossi 50 fois.
Argile noire micacée ; Blanowice.

Fig. 5, *a*, *b*. Moule irrégulièrement quadrangulaire, déprimé dans le centre et muni d'un très étroit ombilic, formé de huit loges triangulaires, renflées, à sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}35$; grossi 50 fois.
Même localité.

2. **Nonionina subangulosa,** Terquem.

Pl. V, fig. 6, *a*, *b*.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 367, pl. XLI, fig. 15, *a*, *b*.

Moule discoïdal, déprimé dans le centre, anguleux sur le dos, formé d'un tour de spire, loges triangulaires, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}45$; grossi 40 fois.

Argile grise ; Konopisco.

3. **Nonionina solida,** Terquem.

Pl. V, fig. 7, *a*, *b*.

Moule orbiculaire, déprimé, arrondi sur le pourtour, muni d'un large ombilic, formé d'un tour de spire, à loges quadrangulaires, planes.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}67$; grossi 35 fois.

Même localité.

17e Genre ROTALINA, d'Orbigny.

Les Rotalines, de même qu'à Fontoy, se présentent à l'état de moule en sulfure de fer, et sont d'un classement assez problématique ; leur détermination en espèces est impossible, ne connaissant ni les ornements ni les caractères spécifiques dont les coquilles pouvaient être douées.

Nous avons donc, comme à Fontoy, dû nous contenter d'indiquer les formes principales sans spécification d'espèces.

1. **Rotalina.**

Pl. V, fig. 8, *a*, *b*, *c*.

Moule spathique, cristallin, formé en dessus d'un cône allongé, obtus au sommet, loges non distinctes ; en dessous, loges triangulaires, planes.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}46$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

2. **Rotalina.**

Pl. V, fig. 9, *a*, *b*, *c*.

Moule en sulfure de fer, bordé d'une mince carène, formé en dessus d'un cône surbaissé, obtus au sommet, loges non visibles; en dessous, surface onduleuse, loges non distinctes.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}44$; grossi 50 fois.

Même localité.

3. **Rotalina**.

Pl. V, fig. 10, *a*, *b*, *c*.

Moule orbiculaire, arrondi sur le pourtour, convexe en dessus, formé de deux tours de spire, loges quadrangulaires, les deux dernières très allongées; concave en dessous, marqué de quelques nervures, la dernière loge allongée.

Dimensions : haut., $0^{mm}34$; larg., $0^{mm}40$; grossi 60 fois.

Argile noire micacée; Gory, près Rudniki.

4. **Rotalina.**

Pl. V, fig. 11, *a*, *b*, *c*.

Moule en calcaire blanc, rugueux, arrondi sur le pourtour, convexe en dessus, formé de quatre tours de spire, loges visibles sur le dernier, renflées, quadrangulaires; en dessous, muni d'un large ombilic, loges quadrangulaires, très renflées, sutures profondes et larges.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg , $0^{mm}60$; grossi 35 fois.

Argile noire micacée; Blanowice.

5. **Rotalina.**

Pl. V, fig. 12, *a*, *b*, *c*.

Moule en sulfure de fer, orbiculaire, très comprimé, légèrement convexe en dessus, formé, au centre, de loges non distinctes, sur le pourtour loges arrondies, croissant régulièrement, la dernière loge très développée; concave en dessous, bordé d'une étroite carène, formé de six loges triangulaires atteignant le centre.

Dimensions : diamètre, $0^{mm}35$; grossi 60 fois.

Même localité.

6. **Rotalina**

Pl. V, fig. 13, *a*, *b*, *c*.

Moule orbiculaire, conique dans le milieu, déprimé sur le bord, arrondi sur le pourtour, formé en dessus d'un tour de spire, à quatre loges triangulaires à l'intérieur, arquées extérieurement; légèrement concave en dessous, formé au centre de deux protubérances et sur le pourtour de quatre loges, comme à la partie supérieure, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}47$; larg., $0^{mm}50$; grossi 40 fois.

Argile noire, sableuse; Jelenice, près Korepice.

7. **Rotalina.**

Pl. V, fig. 14, *a*, *b*.

Moule orbiculaire, semblable sur les deux faces, convexe, légèrement rugueux, entouré d'une étroite carène, muni d'un étroit ombilic, formé d'un tour de spire, loges régulières, renflées, triangulaires.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}51$; grossi 40 fois.

Même localité.

8. **Rotalina.**

Pl. V, fig. 15, *a*, *b*.

Moule orbiculaire, convexe en dessus, entouré d'une très étroite carène, formé de trois tours de spire, loges peu distinctes, quadrangulaires; formé, en dessous, de quatre loges triangulaires en croix, entourées d'une grosse et forte carène.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}48$; grossi 50 fois.

Même localité.

18e Genre EPISTOMINA, Terquem.

Nous avons établi ce genre pour une série de coquilles aussi abondante à Fontoy qu'en Pologne; elles présentent dans chaque localité des variétés remarquables, par leurs ornements, qui passent du simple au composé, comme cela se produit dans la plupart des autres genres. Le caractère principal de ce genre réside dans son ouverture placée au dessus de la dernière loge au lieu d'être dans le sinus, comme dans les Rotalines.

La coupe de la coquille montre les loges du tour interne avec une forme plus ou moins quadrangulaire, et les loges externes ovale-allongées et aiguës aux extrémités.

Chaque espèce est représentée par trois figures ; quant aux variétés, lorsque les vues du dessous et de côté ne présentaient rien de particulier, nous ne leur avons donné qu'une figure ou deux, évitant de la sorte des répétitions inutiles.

1. **Epistomina conica,** Terquem.

Pl. V, fig. 16.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 375, pl, XLII, fig. 10 et 11.

Coquille incomplète, suborbiculaire, lisse, conique en dessus, à sommet obtus, subaigu sur le pourtour, partie inférieure non distincte.

Dimension : haut., $0^{mm}40$; grossi 50 fois.

Wepazow.

2. **Epistomina nuda,** Terquem.

Pl. V, fig. 17, *a*, *b*, *c*.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 376, pl. XLIII, fig. 1 et 2.

Coquille suborbiculaire, lisse, subaiguë sur le pourtour, conique en dessus, loges non visibles ; convexe en dessous, formée de quatre loges, la dernière saillante ; ouverture en fente au milieu de la loge.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}50$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

3. **Epistomina costifera,** Terquem.

Pl. V, fig. 18 à 21 ; Pl. VI, fig. 1 à 4.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 377, pl. XLIII, fig. 3 à 6.

Fig. 18, *a*, *b*. Coquille embryonnaire, orbiculaire, arrondie sur le pourtour, convexe en dessus, formée de trois tours de spire, loges peu distinctes, triangulaires ; concave en dessous, bordée d'une épaisse carène, irrégulière, loges non distinctes ; ouverture en fente.

Dimensions : haut., $0^{mm}31$; larg., $0^{mm}32$; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 19, *a*, *b*. Coquille irrégulièrement orbiculaire, subplane en dessus, munie d'un gros mamelon, formée de deux tours de spire, limités par une forte nervure

tronquée et se rattachant au mamelon, loges non distinctes; convexe en dessous, analogue à la fig. 6 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}56 ; larg., 0^{mm}70 ; grossi 30 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 20, *a*, *b*, *c*. Coquille orbiculaire, subaiguë sur le pourtour, convexe en dessus, formée de trois tours de spire, indiqués par une nervure carrée, loges non distinctes ; légèrement convexe en dessous, munie d'un nucléus, formée de loges peu saillantes, triangulaires ; ouverture cassée.

Dimensions : haut., 0^{mm}49 ; larg., 0^{mm}50 ; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 21, *a*, *b*. Coquille orbiculaire, convexe, formée en dessus de deux tours de spire, marqués par une forte nervure arrondie sur le bord, loges non distinctes ; en dessous, coupe formée d'une loge centrale sphérique, premier tour formé de loges triangulaires, second tour extérieur formé de loges ovales, allongées, limitées par des cloisons très épaisses.

Dimensions : haut., 0^{mm}50 ; larg., 0^{mm}60 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Pl. VI, fig. 1, *a*, *b*, *c*. Coquille suborbiculaire, convexe sur les deux faces, entourée d'une étroite carène, formée en dessus de quelques loges bordées, munie dans le milieu d'une double côte enroulée et élevée ; en dessous, munie d'un fort nucléus, entourée d'une étroite carène, formée de cinq loges carrées, la dernière semi-lunaire ; ouverture en fente étroite munie de deux lèvres, placée au milieu de la loge.

Dimensions : haut., 0^{mm}42 ; larg., 0^{mm}48 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 2. Coquille orbiculaire, discoïdale, convexe sur les deux faces, formée en dessus de quatre tours de spire, indiqués par la nervure du pourtour et qui se continuent en s'amincissant, dernier tour rendu sinueux par six loges saillantes et arrondies ; en dessous lisse, convexe, loges non distinctes, ouverture en fente, au milieu de la loge.

Dimensions : haut., 0^{mm}42 ; larg., 0^{mm}48 ; grossi 50 fois.

Argile noire ; Konopisco.

Fig. 3. Coquille semi-lunaire, convexe, formée en dessus de deux tours de spire, bordés par une nervure déchiquetée sur le bord extérieur et le second tour, loges non visibles, la dernière loge légèrement saillante ; en dessous, comme les précédentes.

Dimensions : haut., 0^{mm}42 ; larg., 0^{mm}54 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 4. Coquille orbiculaire, onduleuse sur le pourtour, convexe sur les deux faces, munie en dessus d'un nucléus, formée de deux tours de spire, bordée par une

nervure déchiquetée extérieurement et sur le second tour seulement, loges non distinctes, la dernière semi-lunaire.

Dimensions : diamètre, $0^{mm}60$; grossi 40 fois.

Même localité.

4. **Epistomina coronata**, Terquem.

Pl. VI, fig. 5 et 6.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 378, pl. XLIII, fig. 9.

Fig. 5, *a*, *b*. Coquille suborbiculaire, convexe, munie en dessus d'un anneau excentrique, irrégulier, contenant un autre anneau et des rayons irréguliers, les quatre dernières loges visibles, convexes, arquées, entourées d'une nervure, les trois avant-dernières munies de pores ; convexe en dessous, entourée d'une carène déchiquetée, formée de loges saillantes, régulières, triangulaires ; ouverture en fente étroite, au milieu de la dernière loge.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}48$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 6, *a*, *b*, *c*. Coquille suborbiculaire, déprimée en dessus, couverte d'une plaque rugueuse (privée de l'anneau), entourée d'une étroite carène, deux loges visibles, semi-lunaires, presque planes, l'avant-dernière poreuse, la dernière lisse ; concave en dessous, munie d'une étroite carène, loges peu distinctes, la dernière orbiculaire, saillante, ouverture semi-lunaire, au milieu de la loge.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}50$; grossi 40 fois.

Même localité.

5. **Epistomina ornata**, Terquem.

Pl. VI, fig. 7 à 9.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 377, pl. XLIII, fig. 7 et 8.

Fig. 7. Coquille orbiculaire, convexe en dessus, formée de loges planes, bordées d'une forte nervure, relevée, arrondie ou contournée irrégulièrement ; convexe en dessous, munie d'un nucléus, carénée, formée de loges régulières, triangulaires, dernière loge orbiculaire, ouverture en fente au milieu de la loge.

Dimensions : haut., $0^{mm}53$; larg., $0^{mm}60$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 8, *a*, *b*, *c*. Coquille orbiculaire, convexe en dessus, formée de deux tours de spire, tour interne, loges rondes, tour externe, loges semi-lunaires, toutes entourées d'une nervure élevée, déchiquetée sur le pourtour ; face inférieure comme dans la précédente coquille.

Dimensions : haut., 0^{mm}38 ; larg., 0^{mm}46 ; grossi 60 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 9, *a*, *b*. Moule en sulfure de fer, arrondi sur le pourtour, muni d'un nucléus, convexe en dessus, formé de trois tours de spire, loges quadrangulaires, la dernière semi-lunaire ; concave en dessous, loges excavées, semi-lunaires et bordées.

Dimensions : haut., 0^{mm}40 ; larg., 0^{mm}43 ; grossi 50 fois.

Argile brunâtre ; Vysoka-Pélicka.

6. **Epistomina irregularis,** Terquem.

Pl. VI, fig. 10 à 17.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 379, pl. XLIV, fig. 4 à 10.

Fig. 10. Coquille irrégulière, plus large que haute, munie d'un nucléus, formée de loges irrégulières, bordées extérieurement d'une nervure déchiquetée et à l'intérieur d'une large nervure, les première et dernière loges semi-lunaires et saillantes ; convexe en dessous et lisse, loges non distinctes.

Dimensions : haut., 0^{mm}48 ; larg., 0^{mm}70 ; grossi 35 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 11. Coquille semi-lunaire, convexe en dessus, entourée d'une étroite carène, ornée de quelques côtes diversement contournées, les deux dernières loges distinctes, semi-lunaires ; convexe en dessous, lisse, loges non distinctes.

Dimensions : haut., 0^{mm}42 ; larg., 0^{mm}50 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 12. Coquille orbiculaire, ornée en dessus comme la précédente ; convexe en dessous, ornée de quelques côtes irrégulièrement contournées, dernière loge seule distincte, semi-lunaire ; ouverture en fente, arquée et bordée.

Dimensions : haut., 0^{mm}42 ; larg., 0^{mm}48 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 13. Coquille semi-lunaire, convexe en dessus, bordée d'une étroite carène, ornée de larges côtes contournées, loges non distinctes, la dernière semi-lunaire ; convexe en dessous et lisse.

Dimensions : haut., 0^{mm}56 ; larg., 0^{mm}74 ; grossi 30 fois.

Même localité.

Fig. 14, *a*, *b*. Coquille semi-lunaire, convexe en dessus, ornée dans le milieu de plusieurs côtes diversement contournées en anneaux ou carrément disposées, formée de loges saillantes, triangulaires et bordées ; convexe en dessous, ornée dans le milieu d'une étoile à sept rayons tronqués, formée de six loges régulières, triangulaires ; ouverture semi-lunaire et bordée.

Dimensions : haut., 0^{mm}39 ; larg., 0^{mm}47 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 15. Coquille irrégulière, peu convexe en dessus, entourée d'une étroite nervure, ornée de côtes irrégulières et d'une très fine côte contournée, dernière loge seule visible, semi-lunaire et bordée.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}52$; grossi 40 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

Fig. 16. Coquille orbiculaire, peu convexe en dessus, ornée de nombreuses côtes contournées et enlacées, dernière loge semi-lunaire et bordée.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}70$; grossi 30 fois.

Même localité.

Fig. 17. Coquille orbiculaire, convexe en dessus, formée de loges irrégulières, entourées de fines côtes, qui se continuent à l'intérieur, sont contournées et enlacées, dernière loge semi-lunaire et bordée.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}52$; grossi 40 fois.

Même localité.

7. **Epistomina regularis,** Terquem.

Pl. VI, fig. 18 à 21.

Fig. 18, *a, b.* Moule en sulfure de fer, convexe en dessus, formé de quatre tours de spire, loges planes, régulières, quadrangulaires, allongées, la dernière semi-lunaire ; convexe en dessous, formé de quatre loges triangulaires et d'une antérieure semi-lunaire, marquée d'un sinus à l'intérieur.

Dimensions : haut., $0^{mm}37$; larg , $0^{mm}31$; grossi 70 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 19, *a, b.* Moule en sulfure de fer, orbiculaire, convexe en dessus, rugueux sur le pourtour, muni d'un large nucléus, formé de quatre tours de spire, non saillants, loges triangulaires, très allongées, régulières, planes ; subconcave en dessous, entouré d'une carène rugueuse, formé d'un tour de spire, loges triangulaires, saillantes, régulières ; ouverture en fente étroite, vers le milieu de la loge.

Dimensions : haut., $0^{mm}47$; larg., $0^{mm}54$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 20, *a, b.* Moule en sulfure de fer, convexe en dessus, formé de trois tours de spire, loges régulières, semi-lunaires, saillantes, le tour extérieur à loges bordées ; concave en dessous, muni d'un large ombilic, formé d'un tour de spire, loges quadrangulaires ; ouverture orbiculaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}43$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 21. Moule en sulfure de fer, orbiculaire, semblable en dessus à la précédente figure ; convexe en dessous, muni dans le centre de nombreuses granulations

arrondies, d'où partent de larges rayons, séparés par des excavations quadrangulaires, entouré d'un large anneau, arrondi sur le pourtour.

Dimensions : diamètre, $0^{mm}50$; grossi 40 fois.

Même localité.

8. **Epistomina bilabiata,** Terquem.

Pl. VI, fig. 22 et 23.

Fig. 22, *a*, *b*. Coquille orbiculaire, convexe en dessus, ornée de quelques côtes contournées et enlacées, entourée d'une étroite carène, loges non distinctes; convexes en dessous, bordée d'une très étroite carène foliacée, et d'une fine lame, munie dans le milieu de quelques granulations arrondies, formée d'un tour de spire, à loges saillantes, triangulaires; ouverture en fente, munie de deux lèvres bordées, placée sur le bord de la loge ; bord externe de l'ouverture persistant et constituant la lame interne qui accompagne la carène.

Dimensions : haut., $0^{mm}70$; larg., $0^{mm}68$; grossi 30 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 23, *a*, *b*. Coquille irrégulière, beaucoup plus large que haute, convexe en dessus, ornée de fines côtes contournées et enchevêtrées, entourée sur les parties supérieures et postérieures d'une forte nervure, loges non visibles, la dernière subquadrangulaire, très allongée; convexe en dessous, munie dans le centre de quelques ponctuations, entourée d'une étroite carène, formée d'un tour de spire, cloisons marquées par des excavations, ouverture large et allongée, arquée, occupant toute la hauteur de la loge, munie de deux lèvres bordées, l'externe persistant et entourant la coquille.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}36$; grossi 50 fois.

Même localité.

19e Genre GLOBIGERINA, d'Orbigny.

Ce genre ne s'est présenté qu'à l'état de moules, identiques à ceux de Fontoy

1. **Globigerina bulloides?** d'Orbigny.

Pl. VI, fig. 24.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 365, pl. XLI, fig. 10 *a*, *b*.

Moule en sulfure de fer, rugueux, formé de deux tours de spire, deux petites loges internes, cinq grosses loges externes.

Dimensions : haut., $0^{mm}18$; larg., $0^{mm}21$; grossi 100 fois.

Argile noire, micacée ; Blanowice.

2. **Globigerina oolithica,** Terquem.

Pl. VI, fig. 25, *a, b.*

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 365, pl. XLI, fig. 11, *a, b.*

Moule en sulfure de fer, formé d'un tour de spire, six loges orbiculaires, dont une centrale sphérique ; formée en dessous de cinq loges triangulaires, la dernière très développée.

Dimensions : haut., $0^{mm}26$; larg., $0^{mm}23$; grossi 80 fois.

Même localité.

20e Genre TRUNCATULINA, d'Orbigny.

Ce genre n'a fourni que des moules dont le classement laisse quelque doute ; ces moules sont analogues à ceux que nous avons indiqués pour Fontoy.

Dans la diagnose, d'Orbigny dit que les espèces de ce genre sont fortement attachées, mais non soudées, à un support ; il en résulte que la face inférieure est toujours plane ou même concave, le pourtour aigu et la face supérieure plus ou moins convexe ; plusieurs tours de spire sont visibles à la face inférieure, un seul l'est à la face supérieure.

Brady, dans le *Challenger,* pour le texte et ses planches, n'admet aucun de ces caractères : la plupart des espèces ont les deux faces également convexes, et les tours de spire sont visibles sur les deux côtés.

Truncatulina ?

Pl. VI, fig. 26, *a, b, c.*

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 370, pl. XLII, fig. 5 et 6.

Moule en calcaire spathique, translucide, très comprimé, rugueux, muni en dessus d'un étroit ombilic, formé d'un tour de spire, loges triangulaires ; comprimé en dessous, muni d'un large ombilic, loges quadrangulaires.

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}53$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

21e Genre PLANORBULINA, d'Orbigny.

Ce genre, comme à Fontoy, ne nous a donné que des moules en sulfure de fer.

Planorbulina.

Pl. VI, fig. 27.

Moule en sulfure de fer, suborbiculaire, comprimé, égal sur les deux faces, formé de trois tours de spire, à loges quadrangulaires, régulières.

Dimensions : haut., 0mm44 ; larg., 0mm36 ; grossi 40 fois.

Argile noire, micacée ; Blanowice.

22e Genre ROSALINA, d'Orbigny.

Les Rosalines, comme à Fontoy, ne se sont montrées qu'à l'état de moules et d'un classement fort douteux.

1. Rosalina.

Pl. VI, fig. 28, *a, b, c;* Pl. VI, fig. 29, *a, b;* Pl. VII, fig. 1, *a, b.*

Fig. 28, *a, b, c.* Moule en calcaire spathique, blanc, translucide, orbiculaire, conique, à sommet obtus, entouré d'une carène foliacée, formé en dessus de quatre tours de spire, le dernier saillant, à loges triangulaires, très obliques; concave en dessous, formé d'un tour de spire, quatre loges triangulaires, bordées extérieurement d'une étroite nervure.

Dimensions : haut., 0mm43 ; larg., 0mm47 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 29, *a, b.* Moule en sulfure de fer, orbiculaire, conique, à sommet arrondi ; côté supérieur semblable à la précédente figure ; concave en dessous entouré d'une carène large et arrondie, formé de quatre loges à peine indiquées.

Dimensions : diamètre 0mm37; grossi 60 fois.

Même localité.

Pl. VII, fig. 1, *a, b.* Moule en sulfure de fer, irrégulièrement orbiculaire, conique, hémisphérique; face supérieure semblable aux précédentes figures ; face infe-

rieure concave, entourée d'une étroite carène, arrondie ; muni d'un nucléus, formé de six loges triangulaires, cloisons diversement arquées.

Dimensions : diamètre, 0^{mm}34 ; grossi 60 fois.

Même localité.

23^{e} Genre PATELLINA, Williamson.

Williamson a établi ce genre pour une coquille assez abondante sur les côtes de l'Angleterre et que nous avons trouvée avec moins d'abondance sur celles de Dunkerque.

Cette coquille conique en dessus, concave en dessous, est caractérisée, à sa face supérieure, par des loges très allongées, falciformes, constituant la moitié de la circonférence et à la face inférieure par des nervures irrégulièrement contournées ; ces nervures ne sont que le prolongement des cloisons.

Ce genre a produit, en Pologne, des moules identiques à ceux de Fontoy.

Les *Patellina*, bien qu'à l'état de moules, sont d'une détermination facile, tant par la partie conique, munie de loges falciformes, que par la face inférieure, munie de loges à cloisons contournées.

Patellina oolithica, Terquem.

Pl. VII, fig. 2 à 4.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 382, pl. XLV, fig. 3 et 4.

Fig. 2, *a, b, c.* Moule en calcaire spathique, cristallin, orbiculaire, conique, à sommet subaigu, formé en desssus de nombreux tours de spire, loges planes, très étroites, falciformes, régulières ; concave en dessous, bordé d'une large carène, formé d'un tour de spire, cinq loges planes ; sutures onduleuses.

Dimensions : haut., 0^{mm}37 ; larg., 0^{mm}39 ; grossi 60 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 3, *a, b, c.* Moule orbiculaire, conique, à sommet tronqué et excavé, formé en dessus de nombreux tours de spire, à loges très allongées, triangulaires ; concave en dessous, entouré d'une large carène, formé d'un tour de spire, à trois loges triangulaires.

Dimensions : haut., 0^{mm}33 ; larg., 0^{mm}31 ; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 4, *a, b, c.* Moule en sulfure de fer, orbiculaire, conique, à cône surbaissé et à sommet tronqué, excavé et muni d'un petit tubercule, entouré d'une forte carène arrondie sur le pourtour, formé de tours nombreux, à loges très étroites et

allongées, planes ; concave en dessous, formé d'un tour de spire, à six loges planes, sutures très contournées ; ouverture en fente linéaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}33$; larg., $0^{mm}34$; grossi 70 fois.

Même localité.

24e Genre TRITAXIA, Reuss.

Ce genre paraît être fort rare, attendu que nous n'en connaissons que quelques espèces dans les terrains tertiaires (1) ; il est non moins rare dans le Fuller's-earth de la Pologne, où nous n'avons trouvé qu'un seul échantillon ; nous ne l'avons pas rencontré à Fontoy.

Tritaxia oolithica, Terquem.

Pl. VII, fig. 5, *a*, *b*.

Coquille allongée, lisse, trigone, angles munis d'une étroite carène arrondie, déprimée sur les côtés, formée de loges triangulaires, régulièrement superposées, légèrement saillantes ; ouverture orbiculaire, bordée, portée sur un court rostre et placée au milieu de la dernière loge.

Dimensions : haut., $0^{mm}67$; larg., $0^{mm}33$; grossi 30 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

25e Genre TEXTILARIA, Defrance.

Les Textilaires sont à l'état de moules et les deux espèces que nous représentons diffèrent de ceux de Fontoy.

1. **Textilaria inversa,** Terquem.

Pl. VII, fig. 6, *a*, *b*.

Moule allongé, légèrement conique, rugueux, plus haut que large, formé de loges nombreuses, pentangulaires, régulières ; vues de côté, cloisons transversales, loges subquadrangulaires ; ouverture semi-lunaire.

(1) Terquem, *Foraminifères de l'Éocène des environs de Paris*, p. 104.

Dimensions : haut., 0^{mm}84 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 30 fois.
Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

2. **Textilaria undulosa,** Terquem.

Pl. VII, fig. 7, *a, b.*

Moule allongé, conique, lisse, comprimé, onduleux, obtus en arrière, arrondi en avant, formé de loges nombreuses, quadrangulaires, plus grosses sur une rangée que sur l'autre.

Dimensions : haut., 0^{mm}92 ; larg., 0^{mm}30 ; grossi 30 fois.
Même localité.

26e Genre POLYMORPHINA, d'Orbigny.

Les Polymorphines se sont montrées dans le Fuller's-earth de la Pologne, identiques, d'une part, aux espèces de Fontoy et, d'autre part, aux espèces que nous avons publiées pour le Lias inférieur (zone à *Ammonites planorbis* de Semur). Nous avons retrouvé les mêmes formes dans les terrains tertiaires des environs de Paris et même dans nos mers actuelles, sans que nous ayons pu y reconnaître une diagnose particulière pour des coquilles appartenant à ces divers milieux.

1. **Polymorphina simplex,** Terquem.

Pl. VII, fig. 8.
Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 293, pl. xxx, fig. 3 à 6.

Coquille ovale-allongée, lisse, arrondie, formée d'une loge, ouverture orbiculaire, entourée de stries.

Dimensions : haut., 0^{mm}36 ; larg., 0^{mm}14 ; grossi 60 fois.
Argile noire ; Konopisco.

2. **Polymorphina bilocularis,** Terquem.

Pl. VII, fig. 9, *a, b.*
Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 293, pl. xxx, fig. 7 à 35.

Coquille ovale-allongée, arrondie, lisse, formée de deux loges allongées, très saillantes ; cloison arrondie à chaque extrémité ; analogue à la fig. 24 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}53 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 40 fois.

Argile au-dessus de la première couche de fer ; Strojec, près Prasrka.

3. **Polymorphina triloba,** Terquem.

Pl. VII, fig. 10, *a, b.*

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 297, pl. xxxi, fig. 19 à 28.

Fig. 10, *a, b.* Coquille ovale-allongée, rétrécie aux deux extrémités, comprimée, lisse, formée de trois loges planes, la première très petite, triangulaire, les deux autres allongées ; sutures arrondies aux extrémités, ouverture striée ; analogue à la fig. 25 de Fontoy.

Dimensions : haut., 0^{mm}48 ; larg., 0^{mm}19 ; grossi 40 fois.

Argile noire bitumineuse ; Wepazow.

4. **Polymorphina oolithica,** Terquem.

Pl. VII, fig. 11 à 14.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p, 299, pl. xxxii, fig. 1 à 10.

Fig. 11. Coquille ovale-allongée, obtuse en avant, rétrécie en arrière, formée de trois loges, la première subaiguë aux extrémités, la seconde aiguë en arrière, la troisième triangulaire, très courte, placée sur les deux précédentes.

Dimensions : haut., 0^{mm}54 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 40 fois.

Fig, 12, *a, b.* Coquille ovale-allongée, rétrécie en arrière, arrondie en avant, formée de trois loges sensiblement égales, saillantes, la dernière loge très courte sur une face, très allongée sur l'autre ; sutures profondes.

Dimensions : haut., 0^{mm}40 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 60 fois.

Argile bleue ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 13. Coquille ovale, rétrécie aux extrémités, lisse, comprimée, formée de trois loges, la première ovale, renflée, la seconde renflée latéralement, arquée, la troisième verticale, repliée en arrière ; suture onduleuse.

Dimensions : haut., 0^{mm}38 ; larg., 0^{mm}31 ; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 14. Coquille ovale-allongée, lisse, comprimée, formée de trois loges triangulaires, la première courte, les deux autres allongées, peu saillantes ; ouverture striée.

Dimensions : haut., 0^{mm}40 ; larg., 0^{mm}17 ; grossi 60 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

5. **Polymorphina gibbosa,** Terquem.

Pl. VII, fig. 15.

Coquille ovale, lisse, comprimée, formée de trois loges saillantes, deux latérales comprimées, une médiane arrondie, très saillante sur les deux faces.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Même localité.

6. **Polymorphina cruciata,** Terquem.

Pl. VII, fig. 16 et 17.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 301, pl. XXXII, fig. 12 à 27.

Fig. 16. Coquille ovale, rétrécie aux extrémités, comprimée et déprimée dans le milieu, formée de quatre loges planes, disposées en croix ; sutures arquées, à peine visibles, ouverture striée.

Dimensions : haut., $0^{mm}49$; larg., $0^{mm}21$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Blanowice.

Fig. 17. Coquille ovale, rétrécie aux extrémités, formée de quatre loges disposées en croix, la première saillante, les trois autres planes, les deux latérales arquées, ouverture striée ; analogue à la fig. 16 de Fontoy.

Dimensions : haut., $0^{mm}41$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

7. **Polymorphina polygona,** Terquem.

Pl. VII, fig. 18, *a, b.*

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 304, pl. XXXIII, fig. 7 à 14.

Coquille ovale, polygonale, comprimée, formée de loges irrégulières, peu saillantes, triangulaires, la première très petite ; sutures étroites et profondes, ouverture ovale.

Dimensions : haut., $0^{mm}61$; larg., $0^{mm}23$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Wepazow.

8. **Polymorphina pupiformis,** Terquem.

Pl. VII, fig. 19.

Terquem, For. du Fuller's de Font., p. 303, pl. XXXIII, fig. 4.

Coquille allongée, obtuse en arrière, rétrécie en avant, formée de loges irrégu-

lières, saillantes, trois petites en arrière, deux grandes triangulaires en avant; sutures profondes, ouverture striée.

Dimensions : haut., $0^{mm}82$; larg., $0^{mm}24$; grossi 30 fois.

Argile brunâtre; Wysoka, près Pélicka.

Espèces et variétés identiques à celles de Fontoy (4e Mém.).

ESPÈCES	PAGES	PL.	FIG.	LOCALITÉS
Polymorphina bilocularis	293	XXXI	13	Rudniki.
— *triloba*	297	«	19	Strojec.
— —	»	«	27	Strojec.
— —	»	«	18	Wyrazow.
— *oolithica*	299	XXXII	6	Strojec.

28e Genre ALLOMORPHINA, Reuss.

Ce genre a été établi par Reuss pour une coquille du Miocène de Vienne (Autriche); nous l'avons trouvée dans l'Éocène des environs de Paris; enfin nous avons à en signaler la présence dans le Fuller's-earth des environs de Varsovie. Ce genre manque à Fontoy, ainsi que dans toutes les localités du Lias que nous avons explorées.

Cette coquille est remarquable par la disposition des loges et de l'ouverture, qui ne permet pas de la confondre avec aucune autre : le recouvrement presque complet des premières loges par la dernière, très développée; l'ouverture est en fente, bordée et placée latéralement, sur le bord de la dernière loge.

Allomorphina prima, Terquem.

Pl. VII, fig. 20, *a*, *b*.

Coquille ovale-oblongue, comprimée, lisse, élargie en avant, arrondie et rétrécie en arrière, transversalement ovale, formée d'une grande loge basale et de trois loges semi-lunaires, saillantes; ouverture en fente étroite, munie d'une lèvre bordée, placée latéralement sur la suture de la première loge.

Dimensions : haut., $0^{mm}78$; larg., $0^{mm}70$; grossi 30 fois.

Argile noire bitumineuse ; Wepazow.

ORDRE DES AGATHISTÈGUES

Les AGATHISTÈGUES sont très abondants dans le Fuller's-earth de la Pologne et particulièrement dans certaines couches où ils foisonnent ; malgré le grand nombre de fossiles, qu'on peut réunir, il est difficile d'y établir des espèces bien caractérisées ; nous n'avons pu y reconnaître que deux séries principales de coquilles d'après leur constitution physique : l'une comprend des coquilles en calcaire spathique, rouge et lisse, formées de deux à six loges, plus ou moins régulières, égales sur les deux côtés (1), munies d'un rostre plus ou moins long et privées de dents à l'ouverture. L'autre série renferme des coquilles en calcaire gris, rugueux, à texture sableuse, formées de trois à six loges, le plus souvent entourées d'une carène foliacée, toujours inégales sur les deux côtés, privées de rostre et de dents à l'ouverture.

Dans la première catégorie de fossiles, nous n'avons pu reconnaître ni *Biloculines* ni *Triloculines,* bien que nous ayons des coquilles à deux et trois loges; ce sont des coquilles simplement biloculaires, triloculaires, etc... ; les caractères propres à ces genres manquent complètement. Nous avons préféré réunir tous ces fossiles dans un seul genre, SPIROLOCULINA et tous dans une seule espèce, sauf à établir des divisions par série, selon le nombre des loges. Une série spéciale réunit les *coquilles irrégulières,* dont la plupart conduirait à admettre ce *fait anormal,* que, dans le principe, les loges devaient posséder une certaine mollesse ou flexibilité pour pouvoir se contourner et se plier comme nous avons eu à les représenter.

Enfin une dernière série renferme des coquilles qui, appartenant à la même catégorie, sont douées de *deux ouvertures;* elles présentent ce fait exceptionnel que les deux dernières loges, contrairement au caractère général propre aux Agathistègues, sont disposées dans le même sens et que chacune se trouve douée d'une ouverture.

Pour la seconde catégorie de fossiles, à test rugueux et sableux, nous les avons rangés parmi les *Quinqueloculines* et réunis dans une seule espèce, tout en y reconnaissant des coquilles à 3, 4 et 5 loges.

Les Agathistègues sont très abondants à Fontoy, nous n'y avons pas trouvé de coquilles à test spathique rouge et munies d'un long rostre; les coquilles à test rugueux et sableux y sont fort rares.

Quant aux observations qui concernent les Agathistègues en général, nous renverrons à notre quatrième mémoire sur les Foraminifères de Fontoy, où nous les avons largement exposées, p. 311 à 321.

(1) Lorsque les deux côtés sont dissemblables, une ou deux loges centrales ont disparu et sont remplacées par une surface concave.

Tableau des divisions des Agathistègues.

DIVISIONS	PL.	FIG.
1re série. — Coquilles biloculaires	VII	21 à 33
2e série. — Coquilles triloculaires	»	34 à 39
— — —	VIII	1 à 20
3e série. — Coquilles quadriloculaires	»	21 à 43
4e série. — Coquilles quinqueloculaires	»	44 à 51
5e série. — Coquilles irrégulières	IX	1 à 38
— — —	X	1 à 7
6e série. — Coquilles irrégulières à deux ouvertures	»	8 à 18
7e série. — Coquilles à test arénacé gris	»	19 à 41

1re Série COQUILLES BILOCULAIRES.

A. Coquilles formées de deux loges entièrement soudées, la première loge très petite, suture peu sensible.

Pl. VII, fig. 21 à 27

Fig. 21. Coquille ovale, légèrement comprimée, rétrécie en avant, arrondie en arrière, formée d'une grande loge ovale, et latéralement d'une petite loge réniforme, saillante; ouverture bordée, portée sur un court rostre.

Dimensions : haut., $0^{mm}29$; larg., $0^{mm}14$; grossi 80 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 22. Coquille ovale, comprimée, arrondie en arrière, élargie dans le milieu, rétrécie en avant, formée d'une grande loge et d'une petite latérale, ovale-aiguë ; ouverture très étroite, en forme de bec recourbé.

Dimensions : haut., $0^{mm}26$; larg., $0^{mm}14$; grossi 90 fois.

Même localité.

Fig. 23. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une grande loge ovale, et d'une petite loge ovale, arrondie à ses extrémités, suture peu marquée ; ouverture infundibuliforme, portée sur un court rostre.

Dimensions : haut., $0^{mm}20$; larg., $0^{mm}20$; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 24. Coquille ovale, formée d'une première loge ovale, saillante, et d'une seconde loge comprimée, à dos onduleux ; suture élargie, peu profonde sur l'autre côté ; ouverture infundibuliforme, portée sur un long rostre, légèrement arqué.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}14$; grossi 50 fois.

Argile noire bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 25, *a*, *b*. Coquille ovale, comprimée, formée de loges peu saillantes, la première ovale-aiguë, la seconde recourbée en arrière, suture peu marquée ; ouverture infundibuliforme, portée sur un rostre allongé et très étroit.

Dimensions : haut., $0^{mm}24$; larg., $0^{mm}16$; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 26. Coquille ovale-allongée, formée de loges arrondies, première loge ovale-aiguë, presque aussi grande que la seconde loge ; sur un côté, suture peu marquée ; ouverture infundibuliforme, portée sur un court rostre.

Dimensions : haut., $0^{mm}34$; larg., $0^{mm}16$; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 27. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge ovale-aiguë et d'une seconde loge arquée aux deux extrémités ; suture peu marquée, excavée dans le milieu ; ouverture infundibuliforme, portée sur un rostre long et étroit.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Argile bleue ; Wysoka-Pélicka.

B. Coquilles biloculaires marquées d'une suture s'approfondissant insensiblement.

Pl. VII, fig. 28 à 33.

Fig. 28. Coquille ovale-allongée, droite, formée de deux loges rondes, la première ovale-aiguë, la seconde droite ; suture très profonde sur un côté, peu sensible sur l'autre côté ; ouverture infundibuliforme, portée sur un rostre long et très étroit.

Dimensions : haut., $0^{mm}34$; larg., $0^{mm}12$; grossi 70 fois.

Marne noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 29. Coquille ovale, renflée sur les deux côtés, formée d'une première loge ovale, placée au milieu de la seconde loge très renflée, presque arrondie ; suture étroite, très profonde, rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}22$; larg., $0^{mm}15$; grossi 100 fois.

Même localité.

Fig. 30, *a*, *b*. Coquille ovale, arrondie à ses extrémités, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge semi-lunaire et d'une seconde loge oblique, onduleuse près du centre ; suture peu marquée, étroite, excavée dans le milieu, rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}27$; larg., $0^{mm}18$; grossi 80 fois.

Même localité.

Fig. 31. Coquille ovale, irrégulière, égale sur les deux côtés, formée de loges arrondies, la première ovale-aiguë, la seconde allongée et recourbée en avant,

presqu'à angle droit; suture large en arrière, étroite en avant, très profonde, rostre long et large.

Dimensions : haut., 0^{mm}31 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 32, *a*, *b*. Coquille ovale-allongée, formée de loges obliques, arrondies; sur un côté, première loge très étroite, allongée, aiguë à l'extrémité postérieure ; seconde loge allongée, courbée en avant; sur l'autre côté, première loge ovale, allongée, base recouvrant le sommet de l'autre loge; suture très large sur toute sa longueur et profonde.

Dimensions : haut., 0^{mm}43; larg., 0^{mm}16; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 33. Coquille étroite, allongée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge ovale-aiguë et d'une seconde loge très allongée, légèrement arquée, s'amincissant d'arrière en avant, suture large, profonde et rugueuse.

Dimensions : haut., 0^{mm}50; larg., 0^{mm}16 ; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

2^{e} Série. COQUILLES TRILOCULAIRES.

Pl. VII, fig. 34 à 39; Pl. VIII, fig. 1 à 20.

Coquilles presque toujours égales sur les deux côtés, loge centrale augmentant insensiblement de dimension.

Fig. 34, *a*, *b*. Coquille ovale, irrégulière, formée sur un côté d'une première loge très petite, la seconde arquée, ovale-aiguë, la troisième ovale-allongée; rostre cassé, suture profonde; sur l'autre côté, même disposition dans les loges, plus une loge superposée, droite, très saillante.

Dimensions : haut., 0^{mm}22 ; larg., 0^{mm}12 ; grossi 100 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 35, *a*, *b*. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale très étroite, d'une seconde arquée, et d'une troisième allongée et arquée, rostre très étroit, cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm} 44; larg., 0^{mm}22 ; grossi 50 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 36. Coquille suborbiculaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de loges très renflées, la première très étroite, aiguë à ses extrémités, la seconde semi-lunaire, la troisième arquée, semi-lunaire, rétrécie en avant, moins large que la précédente ; rostre étroit et cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}27$; larg., $0^{mm}19$; grossi 90 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 37. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge allongée, très étroite en avant, d'une seconde loge renflée en arrière et d'une troisième recourbée en arrière et arquée en avant ; rostre cassé.

Dimensions : haut : $0^{mm}33$; larg., $0^{mm}18$; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 38. Coquille suborbiculaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge subarrondie, d'une seconde loge semi-lunaire, d'une troisième arquée, sinueuse à l'intérieur, recourbée aux extrémités ; rostre étroit et cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}26$; larg., $0^{mm}17$; grossi 90 fois.

Même localité.

Fig. 39. Coquille ovale, irrégulière, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge semi-lunaire, d'une seconde arquée, petite, et d'une troisième très développée en arrière, arquée et rétrécie en avant ; rostre court, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}26$; larg., $0^{mm}16$; grossi 90 fois.

Même localité.

Pl. VIII, fig. 1. Coquille suborbiculaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge ovale, rétrécie à ses extrémités, d'une seconde loge arquée et d'une troisième allongée, coudée en arrière et arquée en avant ; rostre étroit et cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}34$; larg., $0^{mm}19$; grossi 60 fois.

Argile bleue ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 2, *a*, *b*. Coquille ovale-allongée, comprimée, formée sur un côté, d'une première loge aiguë aux extrémités, d'une seconde loge arquée et d'une troisième allongée et arquée ; rostre cassé ; sur l'autre côté, loge centrale remplacée par une suture linéaire et profonde.

Dimensions : haut., $0^{mm}34$; larg., $0^{mm}17$; grossi 60 fois.

Argile bleue, couche supérieure ; Wysoka-Pélicka.

Fig. 3, *a*, *b*. Coquille ovale, comprimée, sensiblement égale sur les deux côtés, formée de loges arrondies, loge ventrale allongée, étroite et saillante, les deux autres régulières, rostre allongé, très étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}47$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Marne noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 4. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge ovale, anguleuse, d'une seconde loge arquée et d'une troisième allongée, étroite en avant, arrondie en arrière ; rostre étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}20$; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 5, *a*, *b*. Coquille allongée, comprimée, très légèrement granuleuse, formée, sur un côté, d'une première loge ovale, allongée, très saillante, rétrécie en arrière, aiguë en avant, d'une seconde loge étroite, allongée, d'une troisième renflée en arrière, plus étroite; rostre cassé; sur l'autre côté, loge centrale étroite, allongée.

Dimensions : haut., $0^{mm}35$; larg., $0^{mm}14$; grossi 70 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 6. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale allongée et étroite, d'une seconde allongée et d'une troisième courbée en arrière et en avant ; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}21$; larg., $0^{mm}08$; grossi 100 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Même localité.

Fig. 7. Coquille allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale déprimée, d'une seconde arquée et étroite, d'une troisième étroite, allongée, genouillée en arrière et en avant; rostre très long et étroit.

Dimensions : haut., $0^{mm}65$; larg., $0^{mm}21$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse; Wepazow.

Fig. 8. Coquille allongée, étroite, arrondie aux extrémités, comme tordue, centre concave à peine indiqué sur l'autre côté, formée d'une seconde et troisième loges très allongées, étroites, recouvrant réciproquement le sommet des loges ; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}59$; larg. $0^{mm}16$; grossi 40 fois.

Argile bleue, couche supérieure; Wysoka-Pélicka.

Fig. 9. Coquille allongée, rétrécie en arrière et en avant, comprimée, égale sur les deux côtés, centre allongé, concave et rugueux, formée d'une seconde loge allongée et d'une troisième genouillée aux deux extrémités, rostre long et étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}49$; larg. $0^{mm}15$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse; Wepazow.

Une variété a le centre plat et égal sur les deux côtés; une autre a le centre plat sur un côté et saillant sur l'autre.

Fig. 10. Coquille ovale, obtuse en arrière, comprimée, égale sur les deux côtés, centre concave, rugueux, formée d'une seconde loge arquée et d'une troisième allongée, étranglée en avant ; rostre très long et étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 11. Coquille ovale, arrondie aux extrémités, comprimée, égale sur les deux côtés, translucide, formée d'une première loge ovale, arrondie, d'une seconde loge arquée et d'une troisième très arquée, étroite en avant ; rostre très étroit et allongé, ouverture petite, infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}38 ; larg., 0^{mm}21 ; grossi 60 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 12. Coquille ovale, arrondie en arrière, rétrécie en avant, comprimée, centre concave sur l'autre côté, formée d'une première loge allongée, obtuse aux extrémités, très saillante, d'une seconde loge égale à la précédente, peu saillante, d'une troisième loge allongée, recourbée en arrière pour recevoir l'extrémité des deux premières loges ; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}32 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 13. Coquille ovale, comprimée, formée sur un côté, d'un centre rugueux, en calcaire gris, les deux loges externes normales, arquées et arrondies, rostre cassé ; sur l'autre côté, centre très rugueux.

Dimensions : haut., 0^{mm}28 ; larg., 0^{mm}14 ; grossi 80 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 14. Coquille suborbiculaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'un centre large, concave, très rugueux, et de deux loges très arquées, faisant anneau ; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}23 ; larg., 0^{mm}14 ; grossi 100 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 15, *a*, *b*. Coquille ovale, arrondie aux extrémités, comprimée, formée, sur un côté, d'une première loge ovale, irrégulière, d'une seconde loge arquée et d'une troisième allongée, recourbée en avant et en arrière ; rostre cassé ; sur l'autre côté, première loge recouverte, seconde loge verticale, troisième loge élargie, recourbée aux extrémités ; suture étroite et profonde dans le haut.

Dimensions : haut., 0^{mm}39 ; larg., 0^{mm}21 ; grossi 60 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 16. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge allongée, d'une seconde loge arquée et d'une troisième très allongée, arquée, rétrécie en avant et se prolongeant en un rostre très long et étroit.

Dimensions : haut., 0^{mm}55 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 17, *a*, *b*. Coquille ovale, obtuse aux extrémités, presque ronde, égale sur les deux côtés, test des loges externes porcelané, opaque, centre translucide et brillant, formée d'une première loge ovale-allongée, obtuse à ses extrémités, d'une seconde et troisième loges, presque égales et recouvrant la loge centrale ; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}26 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 100 fois.

Argile noire sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 18. Coquille suborbiculaire, comprimée, formée, sur un côté, d'une loge

centrale triangulaire, très saillante, d'une seconde loge étroite et arquée et d'une troisième très arquée, se rétrécissant d'arrière en avant; sur l'autre côté, la seconde loge plus large que sur l'autre côté; rostre court, très étroit, ouverture bordée.

Dimensions : haut., 0^{mm}22; larg., 0^{mm}12; grossi 100 fois.

Argile noire, bitumineuse; Wepazow.

Fig. 19. Coquille ovale-allongée, plus comprimée sur un côté que sur l'autre, formée d'une loge centrale allongée, très étroite, d'une seconde loge verticale, rétrécie en avant et d'une troisième loge arquée, toutes deux munies d'un méplat à l'intérieur; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}27; larg., 0^{mm}13; grossi 90 fois.

Argile noire sableuse; Jelenice, près Korepice.

Fig. 20. Coquille allongée, comprimée sur un côté, formée d'un centre plat et rugueux, d'une seconde loge allongée, arquée, très prolongée et rétrécie en arrière, d'une troisième loge allongée, étroite, courbée en arrière et en avant; rostre, long et étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}55; larg., 0^{mm}20; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse; Wepazow.

3^{e} Série. COQUILLES QUADRILOCULAIRES.
Pl. VIII, fig. 21 à 43.

Coquilles presque toujours égales sur les deux côtés.

Fig. 21. Coquille ovale, plus large en avant qu'en arrière, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge excavée et rugueuse, d'une seconde renflée, d'une troisième arquée et d'une quatrième courbée en arrière, puis arquée; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}50; larg., 0^{mm}29; grossi 50 fois.

Argile noire; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 22. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de quatre loges allongées, arrondies, ovale-aiguës; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}23; larg., 0^{mm}12; grossi 90 fois.

Argile noire, micacée; Blanowice.

Fig. 23. Coquille ovale, comprimée, formée, sur un côté, d'une loge centrale petite, de deux loges étroites, parallèles et d'une quatrième très renflée, arquée; rostre court, ouverture infundibuliforme; sur l'autre côté, les seconde et troisième loges plus larges et la quatrième plus étroite que sur l'autre côté.

Dimensions : haut., 0^{mm}23; larg., 0^{mm}13; grossi 90 fois.

Argile noire, bitumineuse; Wepazow.

Fig. 24, *a*, *b*. Coquille ovale, piriforme, comprimée, test en calcaire spathique grenu, formée, sur un côté, d'une loge centrale ovale, et de trois loges arquées, la quatrième coudée en arrière; rostre cassé; sur l'autre côté, centre concave rugueux.

Dimensions : haut., $0^{mm}32$; larg., $0^{mm}16$; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 25. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge très petite et étroite, d'une seconde ovale, d'une suivante arquée, la dernière très développée et terminée en un long rostre, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}61$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 26. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes ovales, rugueuses, obliques, égales, d'une troisième loge étroite et arquée, d'une quatrième verticale à ses extrémités et arquée dans le milieu; rostre allongé, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}63$; larg., $0^{mm}23$; grossi 40 fois.

Argile noire, sableuse; Jelenice, près Korepice.

Fig. 27. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de loges arrondies, la première petite, la seconde ovale, toutes deux verticalement superposées, les deux autres arquées; rostre allongé, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}22$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 28. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes, triangulaires, verticalement superposées de deux loges externes arquées; rostre court, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}22$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 29. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge triangulaire, concave, d'une seconde ovale, saillante, toutes deux superposées, d'une suivante arquée et d'une quatrième redressée en arrière et en avant, arquée dans le milieu; rostre très long.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}16$; grossi 60 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 30. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes sphériques, et de deux loges externes arrondies et arquées; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$: larg., $0^{mm}24$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 31. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge

centrale ovale-aiguë, de deux loges suivantes arquées, et d'une quatrième très allongée, rostre très long, droit, ouverture bordée.

Dimensions : haut., 0^{mm}59 ; larg., 0^{mm}22; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 32. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge triangulaire, d'une seconde arquée, d'une suivante repliée et d'une quatrième verticale en arrière et en avant, arquée dans le milieu ; rostre très long et étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}49 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 33. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge ovale-allongée, rétrécie aux extrémités, d'une seconde loge allongée et étroite et de deux loges externes arrondies et arquées, rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}43 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 60 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 34. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge concave et rugueuse, d'une seconde étroite et arquée, d'une troisième arquée, d'une dernière prolongée et verticale en arrière, puis arquée ; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}46 ; larg., 0^{mm}19 ; grossi 60 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 35. Coquille ovale-allongée, peu comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge concave et rugueuse, d'une seconde loge étroite et arquée, d'une troisième très renflée en arrière et arquée, d'une quatrième allongée et arquée ; rostre court, rejeté en arrière, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}44 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 60 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 36. Coquille ovale, comprimée, formée, sur un côté, d'une première loge étroite, aiguë aux extrémités, d'une seconde arquée, la troisième arquée, reposant antérieurement sur la quatrième ; rostre très étroit et vertical, ouverture bordée ; sur l'autre côté la quatrième loge recouvrant l'extrémité de la troisième.

Dimensions : haut., 0^{mm}43 ; larg., 0^{mm}19 ; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 37. Coquille ovale-allongée, comprimée, sensiblement égale sur les deux côtés, formée d'une première loge excavée et rugueuse, d'une seconde loge arquée superposant l'extrémité de la suivante, d'une troisième étroite et coudée, d'une quatrième très longue, prolongée en un long rostre, ouverture cassée.

Dimensions : haut., 0^{mm}39 ; larg., 0^{mm}21 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 38. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une

première loge ovale-aiguë, d'une seconde allongée en avant, d'une troisième arquée, renflée en arrière et d'une quatrième allongée, étroite, se prolongeant en un très long et étroit rostre, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}65$; larg., $0^{mm}22$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 39, *a*, *b*. Coquille ovale, à test en calcaire gris, rugueux, formée, sur un côté, de deux loges internes ovale-aiguës et de deux externes arquées, rostre cassé ; sur l'autre côté, centre concave, rugueux.

Dimensions : haut., $0^{mm}30$; larg., $0^{mm}13$; grossi 70 fois.

Argile bleue, couche supérieure, Wysoka-Pélicka.

Fig. 40. Coquille ovale-allongée, formée, sur un côté, d'une loge très saillante, arquée, superposée en avant à la première loge et la masquant, d'une deuxième loge étroite, aiguë aux extrémités, d'une troisième arquée, d'une quatrième très allongée, terminée en un rostre étroit, extrémité cassée ; sur l'autre côté, deux loges internes ovale-aiguës.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}17$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 41, *a*. Coquille ovale-allongée, formée, sur un côté, d'une loge superposée en arrière, très saillante et recouvrant la seconde loge ; première loge ovale, la troisième arquée, étroite, la quatrième allongée ; rostre cassé ; sur l'autre côté, les deux premières loges ovales, les deux autres normales.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}17$; grossi 40 fois.

Argile bleue, couche supérieure ; Wysoka-Pélicka.

Fig. 42, *b*. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge ovale, rugueuse, et de trois autres loges lisses et arquées ; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}29$; grossi 50 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 43. Coquille allongée, étroite, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale petite et ovale, d'une seconde allongée, étroite, genouillée, d'une troisième loge allongée, très étroite, peu arquée, parallèle à la quatrième loge, un peu sinueuse en arrière ; rostre cassé ; suture très large et profonde.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg., $0^{mm}17$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

4e Série. COQUILLES QUINQUELOCULAIRES.
Pl. VIII, fig. 44 à 51.

Coquilles à 5 où 6 loges, presque toujours égales sur les deux côtés.

Fig. 44. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale ovale-aiguë et de quatre loges arquées, régulières; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0mm47; larg., 0mm27; grossi 50 fois.

Argile noire, sableuse; Jelenice, près Korepice.

Fig. 45, *a*. Coquille allongée, étroite, droite, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes étroites, allongées, aiguës aux extrémités, d'une troisième très étroite, filiforme, d'une quatrième arquée et d'une cinquième allongée, arrondie et prolongée en arrière; rostre très étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0mm53; larg., 0mm15; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 46, *b*. Coquille ovale, test en calcaire spathique gris, translucide, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale excavée, rugueuse, d'une seconde ovale, d'une troisième très étroite, filiforme, et de deux loges externes arquées; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0mm52; larg., 0mm24; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 47. Coquille allongée, comprimée, formée d'une première loge excavée, rugueuse, de deux loges internes oblongues et obliques et de deux loges externes allongées et étroites; rostre court et étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0mm57; larg., 0mm28; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 48. Coquille allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de trois loges internes ovale-allongées, celle du milieu excavée et rugueuse, la quatrième arquée, la cinquième allongée, étroite, courbée en arrière et en avant; rostre allongé, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0mm52; larg., 0mm17; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse; Wepazow.

Fig. 49. Coquille ovale-allongée, formée, sur un côté, de deux loges internes étroites, allongées, d'une troisième saillante et rugueuse, ovale, plus grosse que les précédentes, de deux loges externes arquées et arrondies; sur l'autre côté, centre excavé et rugueux, rostre étroit et cassé.

Dimensions : haut., 0mm57; larg., 0mm23; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 50. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de trois

loges internes, obliques, ovale-aiguës, d'une quatrième arquée et d'une cinquième anguleuse et arquée ; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}39 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 60 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 51. Coquille ovale-allongée, égale sur les deux côtés, formée de deux premières loges renflées et contournées, d'une suivante très étroite et arquée, d'une quatrième concentrique, puis d'une cinquième allongée en arrière et en avant, genouillée dans le milieu.

Dimensions : haut., 0^{mm}39 ; larg., 0^{mm}26 ; grossi 60 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

5^{e} Série. COQUILLES IRRÉGULIÈRES.
Pl. IX, fig. 1-38 et Pl. X, fig. 1-7.

Coquilles formées de 2 à 5 loges se rapprochant plus ou moins des séries précédentes.

Fig. 1. Coquille formée de deux loges arrondies, la première repliée à angle droit, munie d'un très long rostre, la seconde verticale, rétrécie à la moitié de sa hauteur ; ouverture bordée.

Dimensions : haut., 0^{mm}54 ; larg., 0^{mm}26 ; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 2. Coquille ovale, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale orbiculaire, d'une seconde semi-lunaire et d'une troisième arquée ; rostre étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}56 ; larg., 0^{mm}17 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 3. Coquille renflée, formée, sur un côté, d'une petite loge centrale, peu saillante, d'une deuxième loge subsphérique, suture profonde, d'une troisième arrondie ; rostre cassé ; sur l'autre côté, les deux loges externes seules visibles.

Dimensions : haut., 0^{mm}21 ; larg., 0^{mm}15 ; grossi 100 fois.

Argile noire ; Blanowice.

Fig. 4. Coquille irrégulièrement ovale, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale ovale-aiguë aux extrémités, d'une seconde loge arquée, un peu sinueuse et d'une troisième allongée, renflée en arrière, prolongée en avant et recourbée à angle droit ; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}35 ; larg , 0^{mm}18 ; grossi 70 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 5, *a*, *b*. Coquille allongée, formée, sur un côté, de deux loges rondes,

arquées, en forme d'anneau et d'une troisième loge verticale, placée sur les deux premières et coudée en avant ; rostre étroit, ouverture infundibuliforme ; sur l'autre côté, les deux premières loges allongées, arquées, appliquées sur la troisième.

Dimensions : haut., $0^{mm}59$; larg., $0^{mm}28$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 6. Coquille allongée, étroite, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge très saillante, étroite, aiguë à ses extrémités, d'une seconde loge très allongée et d'une troisième allongée, sinueuse pour recevoir les autres loges ; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}67$; larg., $0^{mm}16$; grossi 35 fois.

Marne bleue, couche supérieure ; Wysoka-Pélicka.

Fig. 7, *a*, *b*. Coquille allongée, formée, sur un côté, de deux loges arquées en anneau, d'une troisième loge superposée, arrondie, verticale ; rostre long, ouverture bordée ; sur l'autre côté, les deux premières loges arquées, l'une s'allongeant sur la troisième.

Dimensions : haut., $0^{mm}47$; larg., $0^{mm}16$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 8. Coquille allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale allongée, étroite, aiguë aux extrémités, d'une seconde loge verticale et d'une troisième coudée en arrière, verticale en avant ; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg., $0^{mm}17$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Par la disposition verticale des loges, cette coquille se rapproche du *Triloculina elongata*, d'Orb. ; elle en diffère par ses loges piriformes, renflées en arrière.

Fig. 9, *a*, *b*. Coquille irrégulièrement orbiculaire, comprimée, formée, sur un côté, d'une loge centrale ovale, très renflée, et de deux loges externes arrondies et arquées ; rostre droit et long, ouverture infundibuliforme ; sur l'autre côté, centre concave et rugueux, loges externes étroites, arrondies, courbées en demi-cercle.

Dimensions : haut., $0^{mm}27$; larg., $0^{mm}23$; grossi 80 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 10, *a*, *b*. Coquille allongée, à test en calcaire gris, gréseux, comprimée, formée, sur un côté, d'un centre allongé, concave, rugueux, d'une seconde loge verticale, arquée dans le haut, sinueuse à l'intérieur et d'une troisième loge coudée en arrière, puis verticale ; rostre cassé ; sur l'autre côté, seconde loge oblique, troisième loge très étroite et arrondie.

Dimensions : haut., $0^{mm}32$; larg., $0^{mm}15$; grossi 80 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 11. Coquille ovale-allongée, comprimée, sensiblement égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale allongée, étroite, verticale, très saillante, d'une seconde étroite, onduleuse, et d'une troisième élargie et genouillée en

arrière, verticale en avant, toutes deux peu saillantes; sutures peu marquées, rostre court et étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}17$; grossi 60 fois.

Argile noire, sableuse; Jelenice, près Korepice.

Fig. 12. Coquille allongée, comprimée, formée, sur un côté, d'une loge centrale plate, excavée et rugueuse, de deux loges arrondies, courbées en anneau, d'une quatrième étroite, allongée, verticale en arrière et arquée en avant; rostre cassé; sur l'autre côté, centre élevé et très rugueux.

Dimensions : haut., $0^{mm}51$; larg., $0^{mm}24$; grossi 40 fois.

Argile bleue, couche supérieure; Wysoka-Pélicka.

Fig. 13, *a*, *b*. Coquille allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge ovale, concave et rugueuse, d'une seconde ovale-allongée, d'une troisième arquée et d'une quatrième allongée, renflée en arrière, puis rétrécie et se prolongeant en un long rostre.

Dimensions : haut., $0^{mm}56$; larg., $0^{mm}16$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse; Wepazow.

Fig. 14. Coquille allongée, comprimée, à peu près égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale ovale, d'une seconde semi-lunaire, d'une troisième allongée, verticale, reposant en avant sur la quatrième droite et renflée en arrière, puis arquée, se prolongeant en un court rostre, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}53$; larg., $0^{mm}16$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 15. Coquille allongée, peu comprimée, égale sur les deux cotés, formée d'une loge centrale très étroite, rugueuse, d'une seconde loge verticale, arrondie, d'une troisième très étroite, arquée, saillante, d'une quatrième allongée, très étroite dans le milieu; rostre très mince et allongé.

Dimensions : haut., $0^{mm}49$; larg., $0^{mm}14$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 16. Coquille ovale-allongée, comprimée, à peu près égale sur les deux côtés, formée d'une première loge ovale-aiguë, d'une seconde allongée, saillante, d'une troisième loge renflée et genouillée en avant, très étroite en arrière, d'une quatrième arquée, rétrécie en avant; rostre très long.

Dimensions : haut., $0^{mm}57$; larg., $0^{mm}18$; grossi 45 fois.

Même localité.

Fig. 17, *a*, *b*. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges centrales superposées, ovales, d'une troisième arquée et d'une quatrième allongée, un peu sinueuse en avant; rostre long, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 18. Coquille ovale-allongée, comprimée, formée, sur un côté, de loges arrondies, dans le haut, une centrale excavée, une seconde centrale très allongée, une troisième très longue, une quatrième genouillée dans le haut et le bas ; rostre recourbé ; sur l'autre côté, dans le bas, première loge centrale excavée, seconde loge très étroite, les autres normales.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 19. Coquille suborbiculaire, presque aussi large que haute, comprimée, sensiblement égale sur les deux côtés, formée d'une première loge centrale ovale, très saillante, d'une seconde allongée, amincie à son extrémité et recourbée, d'une troisième loge arquée, très étroite et d'une quatrième plane, et marquée d'un sillon ; rostre cassé, sutures larges et profondes.

Dimensions : haut., $0^{mm}21$; larg., $0^{mm}19$; grossi 100 fois.

Même localité.

Fig. 20, *a*, *b*. Coquille suborbiculaire, formée, sur un côté, de quatre loges, d'une première loge ovale-aiguë, placée en avant, de deux loges parallèles, dont l'extrémité de l'une embrasse la précédente et l'autre s'appuie sur la suivante, de la quatrième verticale ; sur l'autre côté, de trois loges, la supérieure et la latérale, puis la quatrième arrondie aux extrémités et arquée extérieurement.

Dimensions : haut., $0^{mm}55$; larg., $0^{mm}19$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 21. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de loges arrondies et saillantes, une centrale ovale, rétrécie aux extrémités, une seconde un peu allongée en avant, une troisième très arquée, une quatrième verticale ; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}29$; larg., $0^{mm}18$; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 22. Coquille allongée, élargie dans le milieu, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'un centre irrégulier, concave, rugueux, d'une loge très étroite recourbée et repliée, suivie d'une suture large et profonde, d'une autre loge parallèle, très allongée et coudée, d'une dernière loge verticale, repliée en arrière et en avant ; rostre allongé, cassé à son extrémité.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}30$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 23, *a*, *b*. Coquille allongée, comprimée, formée, sur un côté, d'un centre allongé, excavé et rugueux, d'une loge interne semi-lunaire, arquée, d'une loge externe étroite, verticale, arquée en avant, d'une autre verticale arquée ; rostre très long et étroit, ouverture infundibuliforme ; sur l'autre côté, centre excavé et rugueux, deux loges internes petites, peu distinctes, l'une ovale, l'autre étroite et

verticale, une loge externe arrondie, arquée et repliée en avant, une dernière verticale et arquée.

Dimensions : haut., 0^{mm}56 ; larg., 0^{mm}21 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 24. Coquille suborbiculaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'un centre excavé et rugueux, d'une loge interne allongée et arquée, d'une externe semi-lunaire et d'une dernière fortement arquée et renflée ; rostre court et étroit, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}38 ; larg., 0^{mm}26 ; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 25. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes superposées, ovale-aiguës, l'une rugueuse, l'autre lisse, d'une loge externe arquée, s'appuyant en avant sur la quatrième loge, allongée, renflée en arrière et arquée ; rostre très long, ouverture bordée.

Dimensions : haut., 0^{mm}47 ; larg., 0^{mm}22 ; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 26. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes superposées, ovale-aiguës, d'une externe arquée et d'une quatrième loge verticale en arrière, arquée dans le milieu, puis repliée à angle droit ; rostre cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}50 ; larg., 0^{mm}26 ; grossi 45 fois.

Même localité.

Fig. 27. Coquille piriforme, comprimée, loges moins arrondies sur l'autre côté, formée d'une loge centrale excavée, rugueuse, d'une seconde loge ovale-allongée, d'une troisième ovale-allongée, oblique et d'une quatrième très allongée, recourbée en demi-cercle en arrière, redressée en avant ; rostre court, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}35 ; larg., 0^{mm}20 ; grossi 70 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 28. Coquille allongée, comprimée, sensiblement égale sur les deux côtés, formée d'une très petite loge interne, semi-lunaire, d'une seconde terminée en spirale, d'une troisième transversale et d'une quatrième ovale-allongée en arrière, arquée, puis rétrécie brusquement pour former un rostre allongé, terminé par une ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}43 ; larg., 0^{mm}26 ; grossi 55 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 29. Coquille arrondie en arrière et obtuse en avant, comprimée, formée, sur un côté, de deux loges internes verticales, l'une étroite, l'autre renflée, d'une troisième loge arrondie en avant, rétrécie en arrière, d'une quatrième loge renflée,

arquée en arrière et occupant toute la base, verticale en avant ; rostre cassé ; sur l'autre côté, les deux loges centrales excavées et rugueuses.

Dimensions : haut., 0^{mm}33 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 30. *a, b.* Coquille ovale-allongée, formée de deux loges centrales, l'une concave, l'autre étroite, allongée, en relief sur la suivante, d'une troisième loge munie d'un long rostre, d'une quatrième étroite, enroulée en arrière, puis arquée, d'une cinquième loge verticale, renflée en arrière ; rostre cassé ; sur l'autre côté, deux loges centrales allongées, l'une concave, l'autre saillante, la troisième repliée et la quatrième rétrécie en avant.

Dimensions : haut., 0^{mm}47 ; larg., 0^{mm}16 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 31, *a, b.* Coquille allongée, formée dans le haut et latéralement de deux loges ovale-aiguës, suture à peine indiquée, d'une troisième loge arquée et d'une quatrième verticale, en partie recouverte par les autres loges ; rostre cassé ; sur l'autre côté, une loge étroite, à centre excavé, une loge suivante très allongée, étroite, arquée en avant et projetée sur la suivante, dernière loge verticale, genouillée et superposant les autres.

Dimensions : haut., 0^{mm}34 ; larg., 0^{mm}25 ; grossi 90 fois.

Même localité.

Fig. 32. Coquille allongée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale très petite, semi-lunaire, de deux loges arquées, enveloppant la précédente et soudées au milieu des suivantes, d'une quatrième loge allongée, appuyée sur la cinquième, allongée et verticale ; rostre allongé, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}56 ; larg., 0^{mm}15 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 33. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de trois loges internes superposées, la première excavée, la seconde ovale, la troisième arquée, sutures très larges, la quatrième arquée, la cinquième allongée, arquée ; rostre allongé, cassé.

Dimensions : haut., 0^{mm}60 ; larg., 0^{mm}31 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 34, *a, b.* Coquille ovale-allongée, formée, sur un côté de loges saillantes, dans le milieu trois loges superposées, la première étroite, allongée, les deux autres triangulaires, la quatrième pliée carrément en avant, la cinquième courbée en arrière, onduleuse en avant ; rostre très court, ouverture bordée ; sur l'autre côté, centre à trois reliefs sans sutures, quatrième et cinquième loges filiformes, entourant le centre comme une carène.

Dimensions : haut., 0^{mm}29 ; larg., 0^{mm}12 ; grossi 80 fois.

Même localité.

Fig. 35. Coquille suborbiculaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée au centre d'une surface allongée, excavée et rugueuse, au milieu une loge très étroite, allongée, puis une loge réniforme et une dernière loge inférieure, très arquée, puis projetée en un rostre épais et allongé, ouverture cassée.

Dimensions : haut., $0^{mm}26$; larg., $0^{mm}22$; grossi 90 fois.

Même localité.

Fig. 36. Coquille comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge très petite, triangulaire, d'une seconde ovale, très saillante, d'une troisième semi-lunaire excentrique, d'une quatrième arquée et d'une cinquième courbée en arrière, puis arquée ; rostre prolongé et cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}31$; larg., $0^{mm}21$; grossi 80 fois.

Même localité.

Fig. 37. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale ovale, aiguë aux extrémités, d'une seconde loge très étroite, arquée, d'une troisième allongée, arquée, d'une quatrième étroite et rostrée, d'une cinquième étroite et allongée, recourbée en arrière ; rostre étroit et long, ouverture bordée.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}16$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 38. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes ovale-aiguës, d'une troisième étroite et arquée, d'une quatrième très allongée, arquée et saillante, d'une cinquième allongée, renflée en arrière, étroite et arquée dans le milieu ; rostre rejeté en dehors, étroit et allongé, ouverture cassée.

Dimensions : haut., $0^{mm}56$; larg., $0^{mm}22$; grossi 50 fois.

Même localité.

Pl. X, fig. 1. Coquille ovale-allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes superposées, munies d'un long rostre, de deux loges latérales, concentriques, arquées, l'une étroite, l'autre renflée, d'une cinquième verticale en avant et en arrière, arquée dans le milieu ; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}39$; larg., $0^{mm}26$; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 2. Coquille allongée, translucide, égale sur les deux côtés, formée d'une petite loge centrale ovale, de deux loges arquées qui enveloppent la précédente, d'une loge latérale arquée, cassée en avant, d'une autre loge très étroite, munie de son rostre et de son ouverture, d'une dernière allongée et arquée ; rostre court, ouverture bordée.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg., $0^{mm}20$; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wyrazow, près Gestochawa.

Fig. 3. Coquille allongée, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une

loge centrale allongée, excavée et rugueuse, de deux loges allongées et verticales, d'une quatrième repliée en avant, très étroite en arrière, d'une cinquième repliée en anneau en arrière, verticale en avant; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}34$; larg., $0^{mm}18$; grossi 70 fois.

Argile noire bitumineuse; Wepazow.

Fig. 4. Coquille orbiculaire aussi large que haute, égale sur les deux côtés, formée de deux loges internes semi-lunaires, l'une petite, l'autre renflée, d'une loge externe très arquée et renflée, d'une quatrième renflée, arrondie, formant les 3/4 d'un cercle; rostre très long, ouverture cassée.

Dimensions : haut., $0^{mm}22$; larg., $0^{mm}21$; grossi 100 fois.

Même localité.

Fig. 5. Coquille allongée, comprimée, formée, sur un côté, d'une loge centrale ovale, de trois loges concentriques, arquées, la quatrième rostrée, d'une cinquième loge allongée et verticale, arquée dans le milieu, et d'une sixième loge superposée, très saillante et arquée; rostre cassé; semblable sur l'autre côté, sauf la sixième loge qui manque.

Dimensions: haut., $0^{mm}55$; larg., $0^{mm}19$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 6. Coquille ovale, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges centrales ovales, superposées, de deux loges arquées, d'une cinquième allongée, coudée et rostrée, d'une sixième loge oblique, placée en dessus, à l'extrémité des autres loges et munie d'un très long rostre, ouverture simple.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}21$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 7. Coquille ovale-allongée, rétrécie à ses extrémités, comprimée, à peu près égale sur les deux côtés, formée de trois loges internes très étroites, verticales et de trois externes arquées; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}26$; larg., $0^{mm}12$; grossi 100 fois.

Argile noire, bitumineuse; Rudniki, près Scilgna.

6e Série. COQUILLES IRRÉGULIÈRES A 2 OUVERTURES.
Pl. X, fig. 8 à 18.

Coquilles formées de 2 à 6 loges, les deux dernières dirigées dans le même sens et chacune munie d'une ouverture.

Fig. 8. Coquille allongée, formée de deux loges, l'une petite, superposée à la suivante, munie d'un rostre cassé, la seconde allongée, coudée en arrière, élargie dans le milieu; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}10$; grossi 50 fois.

Argile noire bitumineuse; Wepazow.

Fig. 9, *a, b.* Coquille allongée formée sur un côté, de l'extrémité d'une loge, puis de deux loges verticales, l'une petite, l'autre allongée, toutes deux munies d'une ouverture; les rostres cassés; formée, sur l'autre côté, de trois loges allongées en contre-bas et d'une loge allongée, superposée.

Dimensions : haut., $0^{mm}55$; larg., $0^{mm}16$; grossi 45 fois.

Même localité.

Fig. 10. Coquille suborbiculaire, à peu près égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale ovale, saillante, d'une seconde loge allongée et coudée en arrière, oblique, rostre cassé, et d'une troisième loge, formant les 3/4 d'un anneau, munie d'un méplat à l'intérieur ; rostre allongé et cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}30$; larg., $0^{mm}22$; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 11. Coquille comprimée, égale sur les deux côtés , formée d'une loge centrale, de deux loges arquées et allongées, d'une quatrième superposée, très développée, d'une cinquième étroite, rostre cassé, d'une sixième loge recourbée en arrière, arquée dans le milieu, munie d'un rostre long et très étroit.

Dimensions : haut., $0^{mm}40$; larg., $0^{mm}21$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 12. Coquille triangulaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'un centre polygone, excavé et rugueux, de deux loges parallèles, arquées et rostrées, d'une loge postérieure, horizontale, repliée et embrassant le bas replié de la suivante, loge pliée carrément à la base et verticale en avant, munie d'un très long et étroit rostre; dernière loge plus courte et plus renflée que la précédente; rostre cassé.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}19$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 13. Coquille triangulaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée de deux loges centrales ovales, l'une étroite, l'autre triangulaire, de deux loges concentriques, arquées, munies de rostres, l'un cassé, l'autre assez court, ouverture infundibuliforme, puis d'une dernière loge très allongée, enveloppant la base de toutes les loges et recourbée en avant.

Dimensions : haut., $0^{mm}55$; larg., $0^{mm}29$; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 14, *a, b.* Coquille allongée, formée, sur un côté, d'une loge centrale ovale, aiguë à ses extrémités, d'une loge interne arquée et saillante, d'une loge externe étroite et arquée, de deux loges allongées, parallèles, toutes deux munies d'un rostre; formée, sur l'autre côté, de loges internes et externes faisant un ovale au

milieu de la coquille et en contre-bas les deux externes allongées, genouillées en arrière.

Dimensions : haut., 0^{mm}60 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 40 fois.

Argile bleue, couche supérieure ; Wysoka-Pélicka.

Fig. 15. Coquille ovale, rétrécie à ses extrémités, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale étroite et aiguë à ses extrémités, de deux loges internes ovale-aiguës, d'une externe arquée, de deux loges allongées, parallèles, l'interne plus large que l'externe, toutes deux munies de rostre.

Dimensions : larg., 0^{mm}50 ; larg., 0^{mm}21 ; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Wepazow.

Fig. 16. Coquille suborbiculaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une loge centrale ovale-aiguë, d'une seconde loge courte, renflée et saillante, d'une troisième verticale, renflée, peu arquée, d'une quatrième placée en arrière faisant un demi-cercle, arrondie, les deux dernières munies d'un court rostre, ouverture infundibuliforme.

Dimensions : haut., 0^{mm}28 ; larg., 0^{mm}21 ; grossi 80 fois.

Même localité.

Fig. 17, *a*, *b*. Coquille ovale-allongée, formée de loges en calcaire gris, grenu, superposant des loges en calcaire spathique rouge ; sur un côté, loge centrale semi-lunaire, deux loges suivantes arquées, puis deux loges superposées, dont l'une très longue, à rostre très long et ouverture bordée, et l'autre arquée, à rostre cassé ; sur l'autre côté, centre excavé, rugueux, une loge externe arquée, les deux loges adjonctives comme de l'autre côté.

Dimensions : haut., 0^{mm}62 ; larg., 0^{mm}29 ; grossi 40 fois.

Même localité.

Fig. 18. Coquille suborbiculaire, comprimée, égale sur les deux côtés, formée d'une première loge excavée, d'une seconde ovale-allongée, d'une troisième renflée, d'une quatrième verticale, très saillante, munie d'un rostre non placé à l'extrémité de la loge, d'une cinquième loge en demi-cercle, renflée et munie d'un rostre très délié et allongé.

Dimensions : haut., 0^{mm}28 ; larg., 0^{mm}18 ; grossi 80 fois.

Même localité.

7^{e} Série. COQUILLES A TEST ARÉNACÉ, GRIS.

Coquilles plus ou moins comprimées, ovales, à côtés dissemblables, coupe triangulaire ou trapézoïdale, rostre très court, ouverture orbiculaire, bordée et sans dents.

Quinqueloculina arenosa, Terquem.
Pl. X, fig. 19 à 41.

Fig. 19, *a, b.* Coquille formée de six loges, deux loges centrales anguleuses, saillantes, les externes déclives, bordure peu sensible; sur l'autre côté, deux loges comprimées.

Dimensions : haut., $0^{mm}47$; larg., $0^{mm}24$; grossi 50 fois.

Argile noire; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 20, *a, b.* Coquille formée de quatre loges, dont trois presque sans saillie, la quatrième placée en relief et bordée; côté supérieur triangulaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}43$; larg., $0^{mm}21$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 21, *a, b, c.* Coquille formée, sur un côté, de cinq loges, non bordées, celle du centre anguleuse, peu saillante, les autres déclives; sur l'autre côté, trois loges bordées, très légèrement convexes en dehors et en dedans.

Dimensions : haut., $0^{mm}42$; larg., $0^{mm}18$; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 22, *a, b.* Coquille formée de quatre loges allongées, peu saillantes, bordées à l'intérieur, ailées à l'extérieur, coupe triangulaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}20$; grossi 60 fois.

Argile noire, sableuse; Jelenice, près Korepice.

Fig. 23, *a, b.* Coquille formée de quatre loges, l'interne bordée d'une grosse côte, la suivante très étroite, les deux externes déclives, à bord comme laminé; sur l'autre côté, excavée dans le milieu, deux loges déclives.

Dimensions : haut., $0^{mm}52$; larg., $0^{mm}25$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 24, *a, b.* Coquille formée de trois loges, l'intérieure plane et bordée, les externes déclives et ailées sur le pourtour; largeur des loges inverse sur l'autre côté.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}20$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 25, *a, b.* Coquille étroite, allongée, formée de trois loges; sur un côté, loge centrale convexe, sur l'autre concave, loges externes verticales et bordées.

Dimensions : haut., $0^{mm}49$; larg., $0^{mm}16$; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 26, *a, b.* Coquille formée de cinq loges, les trois internes allongées, obliques, saillantes, sutures profondes et limitées par une forte nervure, loges externes déprimées et ailées.

Dimensions : haut., 0^{mm}50 ; larg., 0^{mm}15 ; grossi 50 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 27, *a*, *b*. Coquille formée de cinq loges, les deux internes marquées d'une nervure, suture très large et profonde, la suivante arquée, les deux loges externes ailées et déprimées ; sur l'autre côté, loges en relief, coupe triangulaire.

Dimensions : haut., 0^{mm}47 ; larg., 0^{mm}22 ; grossi 50 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 28, *a*, *b*, *c*. Coquille à trois loges sur un côté, celle du milieu anguleuse, les deux autres déclives ; sur l'autre côté, les loges externes, l'une déclive, l'autre arrondie ; coupe trapézoïdale.

Dimensions : haut., 0^{mm}34 ; larg., 0^{mm}15 ; grossi 70 fois.

Même localité.

Fig. 29, *a*, *b*. Coquille formée de quatre loges, la centrale anguleuse, bordée d'une étroite nervure, les autres déprimées ; sur l'autre côté, trois loges convexes, bords aigus.

Dimensions : haut., 0^{mm}45 ; larg., 0^{mm}21 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 30, *a*, *b*. Coquille très comprimée, formée de cinq loges, deux internes excavées et rugueuses, au milieu une loge allongée et bordée sur les deux côtés, loges externes déprimées et bordées ; sur l'autre côté, deux loges légèrement convexes.

Dimensions : haut., 0^{mm}51 ; larg., 0^{mm}25 ; grossi 40 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 31, *a*, *b*. Coquille formée de trois loges, celle du milieu anguleuse et munie d'une nervure sur l'angle, les deux externes déclives, bordées en dedans et ailées en dehors ; sur l'autre côté, égale ; coupe trapézoïdale.

Dimensions : haut., 0^{mm}47 ; larg., 0^{mm}27 ; grossi 50 fois.

Argile noire sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 32, *a*, *b*. Coquille formée de trois loges, celle du milieu anguleuse, côte arrondie sur l'angle, loges externes convexes, bordées d'une côte obtuse ; sur l'autre côté, deux convexes, suture à peine marquée.

Dimensions : haut., 0^{mm}41 ; larg., 0^{mm}19 ; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 33, *a*, *b*. Coquille formée de quatre loges, la première bordée et déclive, la seconde bordée et convexe, les deux autres déclives, bordées à l'intérieur, ailées à l'extérieur ; sur l'autre côté, trois loges, celle du milieu anguleuse, puis concave, les deux externes déclives et ailées.

Dimensions : haut., 0^{mm}52 ; larg., 0^{mm}26 ; grossi 50 fois.

Même localité.

Fig. 34, *a*, *b*. Coquille formée de trois loges, celle du milieu déclive de chaque

côté de la côte médiane, seconde loge bordée et projetée sur la précédente, la troisième très étroite et bordée ; coupe trapézoïdale.

Dimensions : haut., $0^{mm}45$; larg., $0^{mm}17$; grossi 60 fois.

Même localité.

Fig. 35, *a, b, c.* Coquille formée de trois loges, celle du milieu ovale-aiguë, les deux externes bordées sur les deux côtés, la dernière très étroite ; sur l'autre côté, deux loges, une étroite, l'autre plus large, toutes deux déclives en dedans et en dehors.

Dimensions : haut., $0^{mm}47$; larg., $0^{mm}20$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 36, *a, b.* Coquille rétrécie en arrière, formée de trois loges, la médiane ovale et bordée sur un côté, seconde loge courbée extérieurement et bordée en dedans, la troisième allongée et arquée.

Dimensions : haut., $0^{mm}41$; larg., $0^{mm}20$; grossi 50 fois.

Argile noire, sableuse ; Blanowice.

Fig. 37, *a, b.* Coquille formée de trois loges, la centrale ovale-aiguë, anguleuse, les deux externes entourées d'une aile onduleuse ; sur l'autre côté les trois loges convexes (1).

Dimensions : haut., $0^{mm}60$; larg., $0^{mm}24$; grossi 40 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 38, *a, b, c.* Coquille à trois loges, l'interne triangulaire, à côte arrondie sur l'angle, les deux externes déclives et bordées ; sur l'autre côté, loges légèrement convexes, une loge adjonctive, dans le milieu, allongée, étroite ; coupe triangulaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}22$; grossi 50 fois.

Argile noire, bitumineuse ; Rudniki, près Scilgna.

Fig. 39, *a, b.* Coquille rétrécie en avant, élargie en arrière, formée de trois loges, la médiane anguleuse, munie d'une fine côte sur l'angle, les deux loges externes bordées à l'intérieur, ailées à l'extérieur ; sur l'autre côté, surface peu convexe, coupe subtriangulaire.

Dimensions : haut., $0^{mm}44$; larg., $0^{mm}20$; grossi 60 fois.

Argile noire, sableuse ; Jelenice, près Korepice.

Fig. 40, *a, b.* Coquille formée de six loges, les deux internes très étroites, la première bordée, les autres régulières, non bordées ; sur l'autre côté, les externes concaves.

Dimensions : haut., $0^{mm}48$; larg., $0^{mm}24$; grossi 50 fois.

Argile noire ; Rudniki, près Scilgna.

(1) Cette variété fournit une série à loge interne plus ou moins grande, la coupe transversale restant à très peu près identique.

Fig. 41, *a*, *b*. Coquille déprimée sur les deux côtés, formée de cinq loges, la première bordée et excavée, la seconde plane et bordée, la troisième excavée et rugueuse, les externes déclives et bordées sur le pourtour ; sur l'autre côté, loges externes déclives, non bordées.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

Même localité.

OSTRACODES

Nous venons de constater qu'il existe un certain nombre de rapports entre les Foraminifères de Fontoy et ceux de Varsovie; il en est de même des Ostracodes, dans lesquels on observe un assez grand nombre d'espèces avec leurs variétés identiques pour les deux localités, puis une série d'espèces et de variétés nouvelles. Toutefois, il est à remarquer que l'ensemble des genres ne se trouve pas représenté à Varsovie comme il l'est à Fontoy; ce résultat semble provenir du poids très réduit des échantillons de Varsovie, qui ne dépassait pas 3 à 400 grammes, tandis que, pour Fontoy, nous avons pu prendre des échantillons qui atteignaient 50 kilos.

Si, malgré cette grande différence dans l'importance des échantillons, nous avons encore à constater à Varsovie la présence d'un certain nombre d'espèces nouvelles, nous croyons que le fait provient de la multiplicité des localités où les échantillons ont été recueillis, tandis que Fontoy ne possède qu'un seul talus.

Toutes les localités, qui ont donné des Foraminifères, contenaient également des Ostracodes, sans donner lieu à aucune observation particulière. A Varsovie, presque toutes les carapaces sont d'un brun-jaunâtre et transparentes, présentant tous les caractères de carapaces vivantes; elles semblent avoir été conservées dans la marne et n'avoir subi aucune modification par leur fossilisation. Il en est de même pour certains genres de Foraminifères, qu'on trouve dans un état de conservation remarquable : les Dentalines, les Cristellaires, les Frondiculaires, les Flabellines.

A Fontoy, les carapaces sont généralement opaques, blanchâtres, ou rouges, ou d'un noir bleuâtre; dans les couches qui renferment du sulfure de fer, d'une décomposition assez facile, les fossiles sont plus ou moins modifiés, par leur contact avec des courants acidulés.

Nous confirmons pour les Ostracodes de Varsovie l'observation que nous avons produite pour ceux de Fontoy : les *Cythere* sont d'une rareté extrême dans le Fuller's et ne nous ont donné qu'une seule espèce, quand les *Cytheridea* se montrent très abondants en espèces et en variétés; il est reconnu que le contraire a lieu dans les mers actuelles.

1er Genre BAIRDIA, M'Coy (1).

« Carapace cornée ou cornéo-calcaire, formée de deux valves inégales, tri-

(1) Bosquet, *Ostracodes des terrains crétacés et tertiaires de la Belgique.* Mémoire de l'Académie de Bruxelles, t. XXIV, p. 18.

gones, ovales, ellipsoïdales, réniformes ou mytiliformes, le plus souvent convexes. La surface extérieure des valves est lisse, ou creusée de points plus ou moins nombreux, ou garnie d'épines, le plus souvent extrêmement minces, piliformes ou aciculaires. Il arrive souvent que les bords sont transparents et qu'ils montrent alors, dans leur épaisseur, des stries blanchâtres, dirigées du centre vers la circonférence.

» La valve gauche est constamment plus grande que la valve droite, et embrasse fortement les bords supérieur et inférieur de la valve. La charnière est formée sur la valve gauche d'un sillon longitudinal qui, vers le milieu de ce bord, devient ordinairement si étroit, qu'il paraît presque entièrement effacé en cet endroit. Le bord dorsal de la valve droite est plus étroit que celui de la valve gauche et s'insère nettement dans le sillon correspondant de cette dernière. »

Ce sillon, le plus souvent obturé, est rarement visible sur les fossiles; ce caractère n'est mentionné ni par Sars ni par Brady.

1. **Bairdia ovula,** Terquem

Pl. XI, fig. 1, *a, b, c.*

Carapace régulièrement ovale, lisse, ovale et égale aux extrémités, côtés arqués; vue de l'intérieur, valve gauche étroitement bordée, charnière nulle, sillon non visible; vue de côté, carapace renflée un peu au-dessus du milieu, valve gauche un peu plus développée que la droite et recouvrant les extrémités de la valve opposée.

Dimensions : haut., $0^{mm}56$; larg., $0^{mm}36$; grossi 40 fois.

2. **Bairdia affinis,** Terquem.

Pl. XI, fig. 2, *a*, *b*.

VARIÉTÉ

Bairdia affinis, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. 1, fig. 1.

Carapace lisse, ovale, élargie et arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, côté dorsal arqué, côté ventral convexe ; vue de l'intérieur, valve gauche étroitement bordée, munie sur le bord ventral d'un court pli et sur le bord dorsal d'un sillon court et étroit ; lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}46$; grossi 30 fois.

3. **Bairdia suborbicularis,** Terquem.

Pl. XI, fig. 3, *a, b.*

Carapace lisse, obovale, suborbiculaire, déprimée, épaisse, le plus souvent d'une

couleur brune, arrondie aux extrémités, un peu plus étroite en arrière qu'en avant, arquée sur les côtés; vue à l'intérieur, valve gauche bordée, munie d'un large et profond sillon ; lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}54$; larg., $0^{mm}38$; grossi 50 fois.

2e Genre PARACYPRIS, Sars (1).

« Carapace glabre, très dure, presque entièrement dépourvue de poils ; vue de côté beaucoup plus large en avant qu'en arrière. »

Carapace cunéiforme, courbée, charnière nulle, privée de lames internes; vue de côté, carapace en forme de navette.

Paracypris navicula, Terquem.

Pl. XI, fig. 4, *a*, *b*.

Carapace lisse, cunéiforme, élargie et arrondie en avant, étroite et obtuse en arrière, côté dorsal arqué, puis fortement déclive, côté pectoral convexe; vue de côté, carapace étroite et obtuse aux extrémités, arquée également sur les côtés, bord de la valve gauche recouvrant la valve opposée.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}18$; grossi 50 fois.

3e Genre PONTOCYPRIS, Sars (2).

« Valves étroites, couvertes de nombreux poils des deux côtés; vues de côté, plus larges en avant qu'en arrière. »

Pontocypris æquilateralis, Terquem.

Pl. XI, fig. 5, *a*, *b*.

1re VARIÉTÉ.

Pontocypris æquilateralis, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. 1, fig. 8.

Carapace lisse, régulièrement ovale, extrémités arrondies, l'antérieure plus large

(1) Sars, *Ostracodes de la mer de Norwège,* p. 11.

(2) Sars, *Op. cit.,* p. 13. Brady, *Challenger,* p. 35.

que la postérieure, côtés également convexes; vue de côté, carapace renflée dans le milieu, extrémités rétrécies et subacuminées, bord de la valve gauche recouvrant la valve opposée.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}24$; grossi 40 fois.

Pontocypris æquilateralis, Terquem.

Pl. XI, fig. 6, *a*, *b*.

2e VARIÉTÉ.

Carapace lisse, ovale, arrondie aux extrémités, plus large en arrière qu'en avant, côté dorsal déclive en avant, arqué en arrière, côté pectoral convexe; vue de côté, carapace renflée au tiers antérieur, extrémités rétrécies et très obtuses, bord de la valve gauche recouvrant la valve opposée.

Dimensions : haut., $0^{mm}56$; larg., $0^{mm}36$; grossi 40 fois.

4e Genre MACROCYPRIS, Brady (1).

« Carapace allongée, atténuée aux extrémités; valves inégales, la droite plus large que la gauche et l'enveloppant sur le dos, ligne cardinale flexueuse; surface lisse, polie et privée de poils. »

Lames intérieures très développées en arrière et en avant, s'étendant parfois sur les deux côtés.

Macrocypris oolithica, Terquem.

Pl. XI, fig. 7, *a*, *b*.

VARIÉTÉ.

Macrocypris oolithica, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. III, fig. 10.

Carapace lisse, ovale-allongée, extrémité antérieure arrondie, la postérieure un peu rétrécie et obtuse, côté dorsal convexe, côté pectoral vertical; vue de l'intérieur, valve gauche très étroitement bordée, lame antérieure arquée, lame postérieure subtriangulaire, nulle sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}76$; larg., $0^{mm}32$; grossi 30 fois.

(1) Brady, *Challenger,* p. 40.

Macrocypris obtusa, Terquem.
Pl. XI, fig. 8, *a, b.*

Carapace lissé, allongée, arquée, également arrondie aux extrémités, côté dorsal arqué, côté pectoral concave ; vue à l'intérieur, valve droite très étroitement bordée, munie de lames internes développées et s'étendant sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}76$; larg., $0^{mm}38$; grossi 30 fois.

5e Genre ARGILLÆCIA, Sars (1).

« Carapace assez dure, munie de poils, allongée, presque aussi large en avant qu'en arrière. »

« Valves subcylindriques, allongées, obtusément arrondies, extrémité postérieure plus comprimée que l'antérieure. »

Valve gauche un peu plus grande que la droite et enveloppant le bord.

Argillæcia glanduliformis, Terquem.
Pl. XI, fig. 9, *a, b, c.*
VARIÉTÉ.
Argillæcia glanduliformis, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. III, fig. 3.

Carapace lisse, ovale-allongée, également arrondie aux extrémités, côtés convexes ; vue de côté, ovale-allongée, extrémités arrondies, l'antérieure un peu plus étroite que la postérieure, valve gauche finement bordée et recouvrant le bord de la valve droite; vue de l'intérieur, valve gauche munie de larges lames sur tout le pourtour.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}36$; grossi 40 fois.

6e Genre CYTHERE, Muller (2) (*ex parte*).

Carapace duriuscule, à valves inégales, légèrement poilues aux extrémités ; sur-

(1) Sars, *Op. cit.*, p. 17. Brady, *Challenger,* p. 39.
(2) Muller, *Entomostraca seu insecta testacea,* etc., p. 63. Brady, *Challenger,* p. 62.

face ornée de ponctuations ou de petites excavations et de petits tubercules arrondis, plus rarement réticulée ; charnière munie de trois dents, parfois effacées ; deux dents sur la valve droite aux extrémités du bord cardinal et correspondant à deux fossettes de la valve gauche ; sur cette valve, une dent placée près de la fossette antérieure.

Cythere pustulifera, Terquem.

Pl. XI, fig. 10, *a*, *b*.

Carapace à valves épaisses, blanches, couvertes de nombreuses pustules élevées et orbiculaires, ovale-allongée, extrémité antérieure arrondie, la postérieure subanguleuse, côtés droits ; vue de côté, carapace conique, extrémité antérieure arrondie, plus étroite en avant qu'en arrière, extrémité postérieure triangulaire à angles obtus, côtés droits, bord de la valve gauche recouvrant légèrement la valve opposée.

Dimensions : haut., $0^{mm}50$; larg., $0^{mm}26$; grossi 50 fois.

7e Genre LOXOCONCHA, Sars (1).

« Carapace à valves subégales, assez minces, subrhomboïdales ; surface également convexe, ornée de petites fossettes ou de quelques tubercules arrondis ; charnière munie de deux dents cardinales, plus ou moins saillantes aux extrémités du bord cardinal. »

Ce genre est muni d'une charnière identique à celle des *Cythere* et en a été détaché pour la forme subrhomboïdale et sexangulaire de la carapace, vue de côté. Les ornements sont, en général, des ponctuations disposées sur une ligne en forme de spire.

Loxoconcha ambigua, Terquem.

Pl. XI, fig. 11, *a*, *b*.

VARIÉTÉ.

Loxoconcha ambigua, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. v, fig. 11.

Carapace ornée en arrière de quelques côtes verticales arrondies, et, en avant, de quelques tubercules irréguliers, ovale, extrémité antérieure arquée, puis oblique, extrémité postérieure triangulaire, à angles obtus, côtés légèrement concaves ; vue

(1) Sars, *Op. cit.*, p. 61. Brady, *Challenger*, p. 116.

de côté, valves égales, convexes aux extrémités, droites sur les côtés, angles très obtus, ligne cardinale disjointe et droite, un peu déprimée dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}72$; larg., $0^{mm}38$; grossi 30 fois.

Loxoconcha pertusa, Terquem.

Pl. XI, fig. 12, *a, b.*

Carapace ornée dans le milieu de ponctuations larges et profondes, régulièrement ovale, un peu plus large en avant qu'en arrière ; vue de côté, un peu plus étroite en avant qu'en arrière, angles très obtus, valves bordées, ligne cardinale droite.

Dimensions : haut., $0^{mm}62$; larg., $0^{mm}30$; grossi 40 fois.

8e Genre CYTHEROPSIS, Sars (1).

« Carapace large et comprimée en avant, beaucoup plus étroite en arrière et assez renflée, presque déprimée ; valves minces ; surface transparente, également convexe et ornée de quelques tubercules arrondis et assez grands. Charnière formée d'une grande arête occupant la moitié antérieure de la valve gauche et correspondant à une fossette allongée ou sillon de la valve droite ».

Nous trouvons cette diagnose incomplète et nous la croyons susceptible d'être modifiée en partie : charnière formée, comme dans le genre *Cytheridea*, de dents pectinées, douée dans l'intervalle des dents, sur la valve droite d'un long sillon, recevant une arête du bord central de la valve gauche.

Ce genre présente ce caractère exceptionnel que nous avons également à signaler pour le genre *Cytheridea,* que le sillon caractéristique de la valve droite se présente parfois sur la valve gauche et constitue ainsi une *carapace senestre.*

Cytheropsis punctulata, Terquem.

Pl. XI, fig. 13, *a, b.*

VARIÉTÉ.

Cytheropsis punctata, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. III, fig. 14.

Carapace ornée de fines ponctuations, espacées, ovale, également arrondie aux extrémités, arquée sur le côté cardinal, convexe sur le côté pectoral ; vue de

(1) Sars, *Op., cit.,* p. 57.

l'intérieur, valve droite, sillon court et étroit, bord pectoral relevé dans le milieu, lames antérieure et postérieure très développées, nulles sur les côtés.

Dimensions : haut., 0^{mm}78; larg., 0^{mm}40; grossi 40 fois.

Cytheropsis lævigata, Terquem.

Pl. XI, fig. 14, *a*, *b*.

Carapace lisse, ovale, également arrondie aux extrémités, côté cardinal arqué, côté pectoral presque vertical; vue de l'intérieur, valve droite, sillon allongé et étroit, bord pectoral muni d'un petit repli, lames internes très étroites et se continuant sur le bord pectoral.

Dimensions : haut., 0^{mm}78; larg. 0^{mm}46; grossi 30 fois.

Cytheropsis cuneata, Terquem.

Pl. XI, fig. 15, *a*. *b*,

Carapace lisse, conique, arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, arquée sur les côtés; vue de l'intérieur, valve gauche munie d'une arête allongée entre les dents pectinées, côté pectoral muni d'un repli dans le milieu, lames internes nulles.

Dimensions : haut., 0^{mm}72; larg., 0^{mm}46; grossi 30 fois.

Cytheropsis depressa, Terquem.

Pl. XI, fig. 16, *a*, *b*.

Carapace ornée de ponctuations saillantes dans le milieu, d'une dépression transversale, ovale, arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, arquée sur les côtés, bordée sur tout le pourtour; vue de l'intérieur, valve gauche, sillon large entre les dents cardinales, repli élevé sur le côté pectoral, lame interne large et sinueuse en avant, moins large en arrière, étroite sur le côté pectoral, nulle sur le côté cardinal.

Dimensions : haut., 0^{mm}68; larg., 0^{mm}40; grossi 40 fois.

Cette espèce se montre extérieurement identique de forme et d'ornement au *Cytheridea depressa* et s'en éloigne par les dispositions de sa charnière.

9e Genre CYTHERIDEA, Bosquet (1).

« La charnière des *Cytheridea* (à peu près semblable à celles des Nucules et des Pétoncles) est formée sur la valve droite de deux séries de 6 à 8 petites dents, égales en grandeur, insérées sur deux parties un tant soit peu saillantes des deux extrémités de l'étroit bord dorsal et correspondant à deux séries de petites fossettes, également munies de dents et placées sur une partie abaissée du côté interne du bord cardinal de la valve opposée. »

A l'intérieur, les lames antérieure et postérieure sont assez prononcées.

Les *Cytheridea* sont très variables en nombre selon qu'ils se trouvent à l'état vivant ou fossile; dans nos mers actuelles, ils sont tellement rares que Brady dans le *Challenger* n'a eu qu'une espèce à mentionner.

A l'état fossile, le Pliocène de l'île de Rhodes en contient à peu près autant que de *Cythere;* dans le Fuller's-earth de la Moselle, le nombre des *Cythere* est réduit à quelques rares espèces, tandis que celui des *Cytheridea* est exubérant; cette observation s'applique également au Fuller's-earth de Varsovie, où nous n'avons trouvé qu'une seul espèce de *Cythere.*

Nous avons exposé dans la diagnose du genre que la position des dents cardinales n'était pas identique sur les deux valves; en saillie sur le bord cardinal de la valve droite, ces dents sont au contraire placées dans une fossette, en contre-bas de la valve gauche. Nous avons trouvé deux espèces qui présentent ces dents dans une position inverse et nous en avons conclu qu'il arrivait pour les Ostracodes le même phénomène que pour certains Gastéropodes, qui exceptionnellement ont leur enroulement de gauche à droite et qu'on appelle *senestres.*

Nous ne croyons pas que cette observation ait jamais été appliquée à des Mollusques bivalves.

Nous devons ajouter que nous avons également constaté la présence de cette anomalie senestre dans le genre *Cytheropsis.*

Cytheridea simplex, Terquem.

Pl. XI, fig. 17, *a, b.*

VARIÉTÉ.

Cytheridea simplex, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. III, fig. 15.

Carapace lisse, ovale-allongée, également arrondie aux extrémités, côté cardinal arqué, côté pectoral convexe; vue de l'intérieur, valve droite, côté pectoral relevé

(1) Bosquet, *Op., cit.,* p. 37. Brady, *Challenger,* p. 111.

dans le milieu, lame antérieure large, se continuant sur le côté pectoral seulement, lame postérieure étroite.

Dimensions : haut., 0^{mm}56 ; larg., 0^{mm}34 ; grossi 40 fois.

Cytheridea alveolata, Terquem.

Pl. XI, fig. 18, *a, b.*

Carapace ornée en avant de ponctuations placées dans une dépression bordée, ovale, arrondie aux extrémités, arquée sur le côté pectoral, presque verticale sur le côté cardinal ; vue de l'intérieur, valve gauche, côté cardinal muni d'un long repli, côté pectoral d'un court repli, lames internes des extrémités très développées, étroites sur les côtés.

Dimensions : haut., 0^{mm}96 ; larg., 0^{mm}50 ; grossi 25 fois.

Var. **Cytheridea alveolata,** Terquem.

Pl. XI, fig. 19, *a, b, c.*

Carapace ornée dans le milieu de points alvéolaires, ovale, très arrondie en avant, rétrécie et obtuse en arrière, également convexe sur les côtés ; vue de l'intérieur, valve gauche, côté cardinal muni d'un long repli, côté pectoral d'un repli court et étroit, lame antérieure étroite, la postérieure très développée, les latérales nulles.

Dimensions : haut., 1^{mm}10 ; larg., 0^{mm}56 ; grossi 20 fois.

Var. **Cytheridea alveolata,** Terquem.

Pl. XI, fig. 20, *a, b, c.*

Carapace ornée en avant de quelques points alvéolaires, ovale, renflée, valve gauche débordant tout au tour sur la valve droite, élargie et arrondie en avant, étroite et obtuse en arrière, côtés arqués ; vue de côté, carapace subhexagonale, arrondie en avant, rétrécie et aiguë en arrière, ligne cardinale droite, débordant en avant, aiguë en arrière ; vue de haut, valves arrondies du côté cardinal, amincies et aiguës sur le côté pectoral.

Dimensions : haut., 0^{mm}60 ; larg., 0^{mm}38 ; grossi 40 fois.

Cytheridea punctatella, Terquem.

Pl. XII, fig. 1, *a, b.*

VARIÉTÉ.

Cytheridea punctatella, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. IV, fig. 10.

Carapace ornée de fines ponctuations, disposées en lignes verticales, extrémité antérieure arrondie puis déclive en arrière, extrémité postérieure arrondie puis très oblique, côté pectoral presque vertical, côté cardinal légèrement concave et limité par deux angles obtus; vue de l'intérieur, valve gauche, extrémité antérieure arrondie, la postérieure subtriangulaire, côté cardinal concave, le pectoral muni d'un long repli, lames internes très étroites et se continuant sur tout le pourtour.

Dimensions ; haut., $0^{mm}70$; larg., $0^{mm}40$; grossi 30 fois.

Cytheridea depressa, Terquem.

Pl. XII, fig. 2, *a, b.*

VARIÉTÉ.

Cytheridea depressa, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. IV, fig. 7.

Carapace ornée de ponctuations larges et profondes, placées dans des excavations finement bordées, ovale, cunéiforme, déprimée, arrondie en avant, rétrécie et subaiguë en arrière, convexe sur les côtés ; vue de l'intérieur, valve droite munie d'un long repli sur le côté pectoral, lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}68$; larg., $0^{mm}34$; grossi 30 fois.

Cytheridea depressa, Terquem.

Pl. XII, fig. 3, *a, b.*

VARIÉTÉ.

Carapace ornée de ponctuations espacées et superficielles, ovale, cunéiforme, très élargie en avant, très étroite et obtuse en arrière, côté pectoral arqué, côté cardinal oblique ; vue de l'intérieur, valve gauche, les deux côtés avec repli, lame antérieure large et allongée, la postérieure plus courte, nulle sur les côtés.

Dimensions : haut., $0^{mm}53$; larg., $0^{mm}34$; grossi 40 fois.

Cytheridea picturata, Terquem.

Pl. XII, fig. 4, *a, b.*

Cytheridea picturata, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. IV, fig. 11.

Carapace ornée en avant d'un tubercule arrondi et d'une côte enveloppante, en arrière de quelques plis concentriques et transversaux, ovale, arrondie et élargie en avant, très étroite et obtuse en arrière, convexe sur les côtés; vue de l'intérieur, valve gauche, fossettes cardinales grandes, côté ventral replié, lame antérieure

large et arquée, la postérieure triangulaire et s'étendant sur le côté cardinal, nulle sur le côté pectoral.

Dimensions : haut., 0^{mm}49 ; larg., 0^{mm}28 ; grossi 40 fois.

Cytheridea approximata, Terquem.

Pl. XII, fig. 5, *a*, *b*.

VARIÉTÉ.

Cytheridea approximata, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. IV, fig. 9.

Carapace ornée de rares et légères ponctuations et en avant d'une protubérance arrondie, ovale-allongée, arrondie aux extrémités, beaucoup plus large en avant qu'en arrière, côtés légèrement flexueux ; vue de l'intérieur, valve droite, bord pectoral muni d'un long repli, sur toute sa hauteur, lames internes nulles.

Dimensions : haut., 0^{mm}74 ; larg., 0^{mm}34 ; grossi 35 fois.

Cytheridea crassa, Terquem.

Pl. XII, fig. 6, *a*, *b*.

Carapace lisse, très épaisse, arrondie aux extrémités, côté pectoral convexe, côté cardinal arqué ; vue de l'intérieur, valve gauche, bord cardinal muni dans le milieu d'un repli, séparant les deux grandes fossettes dentaires, lames internes très étroites, ne se continuant pas sur les côtés, bord de la valve très épais.

Dimensions : haut., 0^{mm}56 ; larg., 0^{mm}30 ; grossi 40 fois.

Cytheridea lineata, Terquem.

Pl. XII, fig. 7, *a*, *b*.

Carapace ornée de lignes verticales et parallèles, intervalles finement ponctués, ovale, arrondie et élargie en avant, étroite et subtriangulaire en arrière, côté cardinal droit et limité par deux angles obtus, côté pectoral convexe ; vue de l'intérieur, valve droite, un repli sur le côté pectoral, lames antérieure et postérieure étroites, se continuant sur le côté pectoral seulement.

Dimensions : haut., 0^{mm}58 ; larg., 0^{mm}31 ; grossi 40 fois.

Cytheridea centrata, Terquem.

Pl. XII, fig. 8, *a*, *b*, *c*.

Carapace ornée de côtes scarifiées, verticales dans le milieu, arquées et concentriques sur les côtés, ovale, cunéiforme, arrondie puis déclive en avant, très étroite

et obtuse en arrière, côté cardinal droit, côté pectoral convexe ; vue du côté cardinal, carapace ovale, arrondie et un peu plus étroite en avant qu'en arrière, bord cardinal de la valve gauche recouvrant le bord de la valve droite, saillant à l'extrémité postérieure ; vue du côté pectoral, bord cardinal sinueux et muni d'une dépression dans le milieu.

Dimensions : haut., $0^{mm}64$; larg., $0^{mm}34$; grossi 30 fois.

Cytheridea ampla, Terquem

Pl. XII, fig. 9, *a*, *b*, *c*, *d*.

VARIÉTÉ.

Cytheridea ampla, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. v, fig. 2.

Carapace ornée de fines ponctuations placées dans des dépressions orbiculaires, ovale, cunéiforme, élargie et arrondie en avant, très étroite et obtuse en arrière, largement bordée sur tout le pourtour, bord pectoral droit, bord cardinal arqué et renflé ; vue du côté pectoral, ligne cardinale, ouverte dans le milieu et débordant aux extrémités ; vue de l'intérieur, sur les deux valves, les deux bords repliés dans le milieu, lames internes larges, se continuant sur le bord pectoral.

Dimensions : haut., $1^{mm}04$; larg., $0^{mm}62$; grossi 20 fois.

Cytheridea intricata, Terquem.

Pl. XII, fig. 10.

Carapace ornée, dans le milieu, d'une côte ovale-allongée renfermant de fines côtes contournées, dont quelques-unes sortent du cercle, ovale-allongée, arrondie en avant, arrondie et munie d'un court prolongement en arrière, onduleuse sur les côtés ; vue de l'intérieur montrant des traces de charnière ainsi que des traces de lames terminales sur la valve gauche.

Dimensions : haut., $0^{mm}78$; larg., $0^{mm}38$; grossi 30 fois.

Cytheridea caudata, Terquem.

Pl. XII, fig. 11.

VARIÉTÉ.

Cytheridea caudata, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. v, fig. 4.

Carapace ornée de côtes excoriées, l'une en anneau contenant une autre verticale, ovale, extrémité antérieure arrondie, la postérieure munie d'un prolongement obtus, côté cardinal très onduleux, côté pectoral convexe.

Dimensions : haut., $0^{mm}58$; larg., $0^{mm}30$; grossi 40 fois.

Cytheridea caudata, Terquem.
Pl. XII, fig. 12.
VARIÉTÉ.

Carapace ornée de deux grosses côtes excoriées et de fines côtes contournées, ovale, extrémité antérieure arrondie, la postérieure anguleuse, prolongement obtus, côtés légèrement concaves.

Dimensions : haut., $0^{mm}74$; larg., $0^{mm}40$; grossi 30 fois.

Cytheridea caudata, Terquem.
Pl. XII, fig. 13, *a*, *b*.
VARIÉTÉ.

Carapace ornée d'une côte lisse, arrondie en anneau, contenant une autre côte arquée, ovale, extrémité antérieure arrondie et élargie, la postérieure étroite, genouillée, prolongement élargi et obtus, côtés obliques; vue de l'intérieur, valve droite finement bordée, lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}46$; larg., $0^{mm}24$; grossi 50 fois.

Cytheridea vermiculata, Terquem.
Pl. XII, fig. 14.
Cytheridea vermiculata, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. IV, fig. 19.

Carapace ornée en arrière de ponctuations et de fines côtes concentriques, arquées, et en avant de grosses côtes courtes et contournées, ovale, largement bordée, renflée, élargie et arquée en avant, rétrécie et arrondie en arrière, côté cardinal arqué, côté pectoral convexe.

Dimensions : haut., $0^{mm}98$; larg., $0^{mm}62$; grossi 30 fois.

10e Genre POLYCOPE, Sars (1).

« Carapace à valves arrondies, assez renflées, minces et fragiles, structure cornéo-calcaire. Bord dorsal muni d'un sillon assez profond près de la ligne cardinale. Valves finement ponctuées et réticulées d'excavations polygonales. »

(1) Sars, *Op., cit.*, p. 121. Brady, *Challenger*, p. 361.

Nous ferons remarquer que le sillon existe sur tout le pourtour de la valve droite et que la valve gauche est munie d'une arête orbiculaire correspondante.

Polycope fontinensis, Terquem.

Pl. XII, fig. 15, *a, b, c, d.*

Polycope fontinensis, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. VI, fig. 11.

Carapace lisse, suborbiculaire, plus haute que large, légèrement rétrécie et arrondie en avant, déclive sur le côté dorsal, puis arrondie, arquée sur le côté ventral en arrière, entourée d'un fort bourrelet; vue de côté, atténuée et obtuse aux extrémités, arquée sur les côtés, la valve gauche un peu plus grande que la droite; valves vues de l'intérieur, valve gauche munie d'un bourrelet circulaire, puis d'un biseau; valve droite munie d'un rebord arrondi externe et d'un long sillon circulaire à l'intérieur; lames internes nulles.

Dimensions: haut., $0^{mm}74$; larg., $0^{mm}50$; grossi 30 fois.

11e Genre PSEUDOCYTHERE, Sars (1).

« Valves minces et transparentes, arrondies en avant, obtuses en arrière; charnière simple.

» Extrémité antérieure très arrondie, la postérieure subitement allongée en une expansion étroite et obtuse à son sommet, creusée en forme de gouttière à l'intérieur. »

Pseudocythere ampla, Terquem.

Pl. XII, fig. 16, *a, b, c.*

VARIÉTÉ.

Pseudocythere ampla, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. VI, fig. 5.

Carapace lisse, allongée, ovale, arrondie en avant, rétrécie en arrière en forme de bec, arrondie sur le côté dorsal, puis brusquement déclive, la plus grande largeur vers le milieu; bord central arqué; vue de côté, valves égales, aiguës aux extrémités, renflées dans le milieu; vue de l'intérieur, valve gauche munie d'un repli sur le bord cardinal; lame antérieure se continuant sur les côtés, le prolon-

(1) Sars, *Op., cit.,* p. 87. Brady, *Challenger,* p. 144.

gement postérieur creusé en sillon ; au tiers antérieur une fossette orbiculaire, non visible extérieurement. Très rare.

On trouve dans le Lias moyen de la Moselle une espèce identique pour sa forme et ses dimensions.

Dimensions : haut., 0^{mm}92 ; larg., 0^{mm}48 ; grossi 30 fois.

Pseudocythere angusta, Terquem.

Pl. XII, fig. 17, *a, b, c.*

VARIÉTÉ.

Pseudocythere angusta, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. VI, fig. 7.

Carapace lisse, ovale-allongée, en forme de massue, élargie en avant, rétrécie en arrière, subacuminée en un bec court ; côté dorsal faiblement arqué, côté ventral déclive ; vue de côté, valves égales, comprimées, obtuses en avant, subaiguës en arrière ; côtés renflés au tiers antérieur, très déclives en arrière ; vue de l'intérieur, valve gauche bordée, lames intérieures assez larges, prolongement très court, canaliculé. Commun.

Dimensions : haut., 0^{mm}62 ; larg., 0^{mm}34 ; grossi 40 fois.

12^{e} Genre CYTHERELLA, Bosquet (1).

« Carapace de consistance cornée ou cornéo-calcaire, composée de deux valves mobiles, inégales, réniformes, oblongues, ovales ou ellipsoïdales et plus ou moins déprimées.

» La valve droite est constamment plus grande que la valve gauche, disposition inverse de ce qu'elle est dans tous les autres genres de la famille des Ostracodes. ».

Cytherella ovalis, Terquem.

Pl. XII, fig. 18, *a, b.*

Cytherella ovalis, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. VI, fig. 14.

VARIÉTÉ.

Carapace lisse, ovale, déprimée, extrémités égales et arrondies, côté dorsal ver-

(1) Bosquet, *Description des Entomostracés fossiles des ter. tert. de France et de Belgique.* Mém. Cour. des Savants étrang. de l'Acad. de Bruxelles.

tical, côté pectoral légèrement concave; vue de l'intérieur, bord muni d'une double arête circulaire, lames internes nulles.

Dimensions : haut., $0^{mm}84$; larg., $0^{mm}46$; grossi 25 fois.

Cytherella angusta, Terquem.

Pl. XII. fig. 19, *a*, *b*.

Cytherella angusta, Terquem, Ostracodes de Fontoy, pl. VI, fig. 13.

Carapace munie de quelques plis verticaux, allongée, comprimée, extrémité antérieure arrondie, la postérieure horizontale, faisant angle droit avec les côtés cardinal et pectoral; vue de côté, valve droite bordée et enveloppante, extrémité antérieure rétrécie et obtuse; extrémité postérieure arquée et bilobée, les côtés légèrement sinueux.

Dimensions : haut., $0^{mm}55$; larg. $0^{mm}30$; grossi 40 fois.

Espèces et variétés identiques à celles de Fontoy (3e Mém.).

ESPÈCES	PAGES	PL.	FIG.
Cytheridea cuneiformis, Terq.	26	IV	1
— *fabacea,* Terq.	27	»	4
— *nebulosa,* Terq.	30	»	16
— *perforata,* Terq.	29	»	11
— *trapezoidalis,* Terq.	31	»	20
Cytheropsis tenuipunctata, Terq.	23	III	12
Xiphichilus navicula, Terq.	9	I	3

TABLE DES MATIÈRES

NOMS DES ESPÈCES	N° de la planche.	N° de la figure.	N° de la page.
AGATHISTÈGUES, d'Orbigny.....			65
1re série. Coquilles biloculaires....	VII	21-33	66
2e série. — triloculaires ...	»	34-39	68
— — —	VIII	1 à 20	68
3e série. — quadriloculaires.	»	21-43	72
4e série. — quinqueloculaires	»	44-51	76
5e série. — irrégulières	IX	1 à 38	77
— — —	X	1-7	77
6e série. — à 2 ouvertures..	»	8-18	84
7e série. — à test arénacé, gris	»	19-41	86
ALLOMORPHINA, Reuss.....			64
— prima, Terq	VII	20	64
ARGILLÆCIA, Sars.....			95
— glanduliformis, Terq.	XI	9	95
AMMODISCUS, Reuss.....			9
— plicatus, Terq.....	I	16-17	9
— rugosus, Terq.....	»	15	9
BAIRDIA, M'Coy.....			91
— affinis, Terq.....	XI	2	92
— ovula, Terq.....	»	1	92
— subor bicularis, Terq....	»	3	92
CRISTELLARIA, Lamarck.....			28
— anceps, Terq.....	III	5-12	28
— *anceps,* Terq.....			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— anomala, Terq.....	III	27	32
— centralis, Terq.....		50-53	35
— *centralis,* Terq.....			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— centrogyrata, Terq...	III	54-55	36
— flagellum, Terq.....	IV	5-21	37
— hybrida, Terq.....	III	38-49	34
— *hybrida,* Terq.....			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— lagenæformis, Terq...	III	26	32
— mamillaris, Terq.....	IV	1-4	37
— mutabilis, Terq.....	III	56	36
— polymorpha, Terq....	IV	22-25	40
— *polymorpha,* Terq....			40 *bis*

NOMS DES ESPÈCES	N° de la planche.	N° de la figure.	N° de la page.
CRISTELLARIA *polymorpha,* Terq...	I		40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— prava, Terq.....	III	17	30
— *prava,* Terq			40 *bis*
— primordialis, Terq...	III	1-4	28
— semi-involuta, Terq..		30-37	33
— *semi-involuta,* Terq..			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— semi-lunaris, Terq...	III	28-29	32
— similis, Terq.....	»	15-16	30
— subinvoluta, Terq....	»	18-24	30
— *subinvoluta,* Terq....			40 *bis*
— —			40 *bis*
— —			40 *bis*
— suturalis, Terq.....	III	25	31
— triquetra, Terq.....	»	13-14	30
CYTHERE, Bosquet.....			95
— pustulifera, Terq.....	XI	10	95
CYTHERELLA, Bosquet.....			106
— angusta, Terq.....	XII	19	107
— ovalis, Terq.....	»	18	106
CYTHERIDEA, Bosquet.....			99
— alveolata, Terq.....	XI	18-20	100
— ampla, Terq.....	XII	9	103
— approximata, Terq..	»	5	102
— caudata, Terq.....	»	11-13	103-104
— centrata, Terq.....	»	8	102
— crassa, Terq.....	»	6	102
— *cuneiformis,* Terq...			107
— depressa, Terq.....	XII	2-3	101
— *fabacea,* Terq.....			107
— intricata, Terq.....	XII	10	103

NOMS DES ESPÈCES	N° de la planche.	N° de la figure.	N° de la page.
CYTHERIDEA lineata, Terq.....	XII	7	102
— *nebulosa,* Terq.....			107
— *perforata,* Terq.....			107
— picturata, Terq.....	XII	4	101
— punctatella, Terq....	»	1	100
— simplex, Terq.....	XI	17	99
— *trapezoides,* Terq...	»		107
— vermiculata, Terq...	XII	14	104
CYTHEROPSIS, Sars.....			97
— cuneata, Terq.....	XI	15	98
— depressa, Terq.....	»	16	98
— lævigata, Terq.....	»	14	98
— punctulata, Terq...	»	13	97
— *tenuipunctata,* Terq.			107
DENTALINA, d'Orbigny.....			13
— *affinis,* Terq.....			16
— —			16
— annulata, Terq.....	I	34	13
— *botuliformis,* Terq....			16
— clavula, Terq.....	I	37	14
— *cornuformis,* Terq....			16
— crassicosta, Terq.....	I	30-31	13
— cuneiformis, Terq....	I	35	14
— *cuneiformis,* Terq....			16
— fontinensis, Terq	I	32-33	13
— *fontinensis,* Terq			15
— —			15
— —			15
— —			15
— —			15
— incerta, Terq.....	I	41-42	15
— *ingens,* Terq.....			15
— *intorta,* Terq.....			16
— —			16
— —			16
— —			16
— —			16
— —			16
— *juncea,* Terq.....			16
— jurensis, Terq.....	I	36	14
— *jurensis,* Terq.....			15
— —			15
— —			15
— —			15
— —			15
— oolithica, Terq.....	I	38-40	14
— *oolithica,* Terq			16
— —			16
— —			16
— —			16
DENTALINA *oolithica,* Terq.....			16
— —			16
— *pectinata,* Terq.....			15
— —			15
— —			15
— *plebeia,* Terq.....			16
— *subplana*.....			16
— —			16
— —			16
— —			16
— —			16
— —			16
EPISTOMINA, Terquem			50
— bilabiata, Terq.....	VI	22-23	56
— conica, Terq.....	V	16	51
— coronata, Terq.....	VI	5-6	53
— costifera, Terq	V	18-21	51
— —	VI	1-4	52
— irregularis, Terq....	»	10-17	54
— nuda, Terq.....	V	17	51
— ornata, Terq.....	VI	7-9	53
— regularis, Terq.....	»	18-21	55
FLABELLINA, d'Orbigny.....			44
— instabilis, Terq.....	IV	45-46	46
— primordialis, Terq...	»	38	44
— semi-involuta, Terq..	»	40-44	45
— subinvoluta, Terq....	»	39	44
FRONDICULARIA, Defrance.....			42
— excavata, Terq...	IV	34	43
— fenestrata, Terq..	»	35	43
— irregularis, Terq.	»	33	43
— nuda, Terq.....	»	36-37	43
— spatulata, Terq...	»	31-32	42
GLANDULINA, d'Orbigny.....			9
— dubia, Terq.....	I	19	10
— obtusa, Terq.....	»	18	10
GLOBIGERINA, d'Orbigny.....			56
— bulloides, d'Orb....	VI	24	56
— oolithica, Terq.....	»	25	57
HAPLOPHRAGMIUM, Reuss.....			41
— dubium, Terq..	IV	29-30	41
— tuberosum, Terq.	»	26-28	41
LAGENA, Walker.....			6
— apiculata, Rss.....	I	5	6
— catenulata, Rss.....	»	10	7
— globosa, Wal.....	»	6	6
— hispida, Rss.....	»	8-9	7
— histrix, Rss.....		7	7
— vulgaris, Will.....	»	4	6

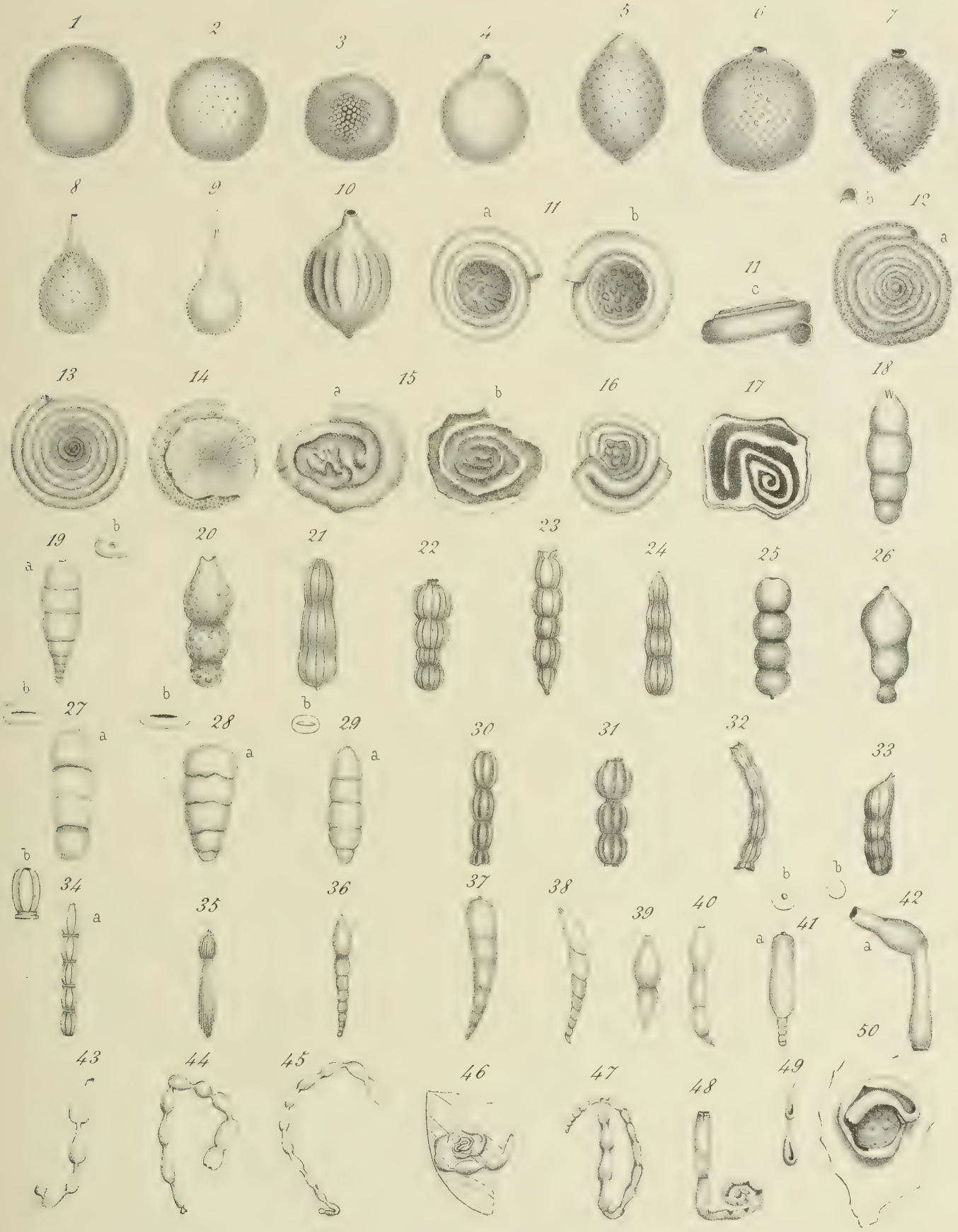
NOMS DES ESPÈCES	N° de la planche.	N° de la figure.	N° de la page.
LINGULINA, d'Orbigny			12
— dentaliformis, Terq.		27-29	12
LOXOCONCHA, Sars			95
— ambigua	XI	11	95
— pertusa	»	12	96
MACROCYPRIS, Brady			94
— obtusa, Terq	XI	8	95
— oolithica, Terq	»	7	94
MARGINULINA, d'Orbigny			18
— *biangulata*, Terq			27
— contracta, Terq	II	44-54	25
— *contracta*, Terq			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— *cornucopia*, Terq			27
— cornuformis, Terq	II	33	23
— cytharella, Terq	»	12-14	20
— disparilis, Terq	»	5-11	19
— *disparilis*, Terq			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— flabelloides, Terq	II	15-16	20
— *flabelloides*, Terq			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— gibbosa, Terq	II	31-32	23
— *harpula*, Terq			27
— —			27
— heteropleura, Terq	II	24-28	22
— *heteropleura*			27
— —			27
— —			27
— macilenta, Terq	II	18-23	21
MARGINULINA *macilenta*			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— *minuta*, Terq			27
— —			27
— *pinguis*, Terq			27
— proxima, Terq	II	3-4	18
— *proxima*			26
— —			26
— —			26
— —			26
— —			26
— —			27
— —			27
— —			27
— scalprum, Terq	II	29-30	23
— solida, Terq	»	34-43	24
— *solida*, Terq			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— —			27
— spada, Terq	II	17	21
— subæquilateralis, Terq	»	1-2	18
— *subæquilateralis*, Terq.			26
— —			26
— —			26
— —			26
— *tumida*			27
NODOSARIA, d'Orbigny			10
— agglutinans, Terq	I	20	10
— fontinensis, Terq	»	22-24	11
— mutabilis, Terq	»	21	11
— nuda, Terq	»	25-26	11
NONIONINA, d'Orbigny			47
— nodulosa, Terq	V	4-5	47
— solida, Terq	»	7	48
— subangulosa, Terq	»	6	48
ORBULINA, d'Orbigny			5
— irregularis, Terq	I	1	5
— micropora, Terq	»	3	5
— sparsipora, Terq	»	2	5
PARACYPRIS			93
— navicula, Terq	XI	4	93

NOMS DES ESPÈCES	N° de la planche.	N° de la figure.	N° de la page.
PATELLINA, Schultze			59
— oolithica, Terq	VII	2-4	59
PLANORBULINA, d'Orbigny			58
— —	VI	27	58
POLYMORPHINA, d'Orbigny			61
— bilocularis, Terq	VII	9	61
— *bilocularis*, Terq			64
— cruciata, Terq	VII	16-17	63
— gibbosa, Terq	»	15	63
— oolithica, Terq	»	11-14	62
— *oolithica*, Terq			64
— polygona, Terq	VII	18	63
— pupiformis, Terq	»	19	63
— simplex, Terq	»	8	61
— triloba, Terq	»	10	62
— *triloba*, Terq			64
— —			64
— —			64
POLYCOPE, Sars			104
— fontinensis, Terq	XII	15	105
PONTOCYPRIS, Sars			93
— æquilateralis, Terq	XI	5	93
— —	»	5	94
PSEUDOCYTHERE, Sars			105
— ampla, Terq	XII	16	105
— angusta, Terq	»	17	106
QUINQUELOCULINA, d'Orbigny			87
— arenosa, Terq	X	19-41	87
ROBULINA, d'Orbigny			46
ROBULINA labiata, Terq	V	1	46
— oolithica, Terq		2	46
— semi-nuda	V	3	47
ROSALINA, d'Orbigny			58
— rosalina	VI	28-29	58
— —	VII	1	58
ROTALINA, d'Orbigny			48
— rotalina	V	8-15	48
SPIRILLINA, Schultze			7
— *concava*			8
— gracilis	I	12	8
— *infraoolithica*			8
— *punctulata*			8
— radiata	I	13-14	8
— trocheata	»	11	8
TEXTILARIA			60
— inversa	VII	6	60
— undulosa	»	7	61
TRITAXIA, Reuss			60
— oolithica, Terq	VII	5	60
TRUNCATULINA, d'Orbigny			57
— truncatulina	VI	26	57
WEBBINA, d'Orbigny			16
— impressa, Terq	I	49	17
— incerta, Terq	»	50	17
— infraoolithica, Terq	»	43-48	16
XIPHICHILUS, Brady			107
— *navicula*			107

Meulan, imp. de A. Masson.

PLANCHE I.

Figures.		Grossissement.	Pages.
1.	ORBULINA *irregularis*, Terq	70	5
2.	— *sparsipora*, Terq	100	5
3.	— *micropora*, Terq	70	5
4.	LAGENA *vulgaris*, Will	80	6
5.	— *apiculata*, Reuss	150	6
6.	— *globosa*, Will	150	6
7.	— *histrix*, Reuss	50	7
8 et 9.	— *hispida*, Reuss	80	7
10.	— *catenulata*, Reuss	70	7
11, *a*, *b*, *c*.	SPIRILLINA *trocheata*, Terq	60	8
12, *a*, *b*.	— *gracilis*, Terq	50	8
13 et 14.	— *radiata*, Terq	80	8
15, *a*, *b*.	AMMODISCUS *rugosus*, Terq	40	9
16 et 17.	— *plicatus*, Terq	40	9
18.	GLANDULINA *obtusa*, Terq	40	10
19.	— *dubia*, Terq	60	10
20.	NODOSARIA *agglutinans*, Terq	40	10
21,	— *mutabilis*, Terq	30	11
22 à 24.	— *fontinensis*, Terq	30	11
25 et 26.	— *nuda*, Terq	50	11
27 à 29.	LINGULINA *dentaliformis*, Terq	40	12
30 et 31.	DENTALINA *crassicosta*, Terq	40	13
32 et 33.	— *fontinensis*, Terq	30	13
34, *a*, *b*.	— *annulata*, Terq	20	13
35.	— *cuneiformis*, Terq	30	14
36.	— *jurensis*, Terq	20	14
37.	— *clavula*, Terq	40	14
38 à 40.	— *oolithica*, Terq	20	14
41 et 42.	— *incerta*, Terq	25	15
43 à 48.	WEBBINA *infraoolithica*, Terq	20	16
49.	— *impressa*, Terq	20	17
50.	— *incerta*, Terq	100	17



Terquem ad nat. del.

Imp. Becquet fr. Paris.

Maubert lith.

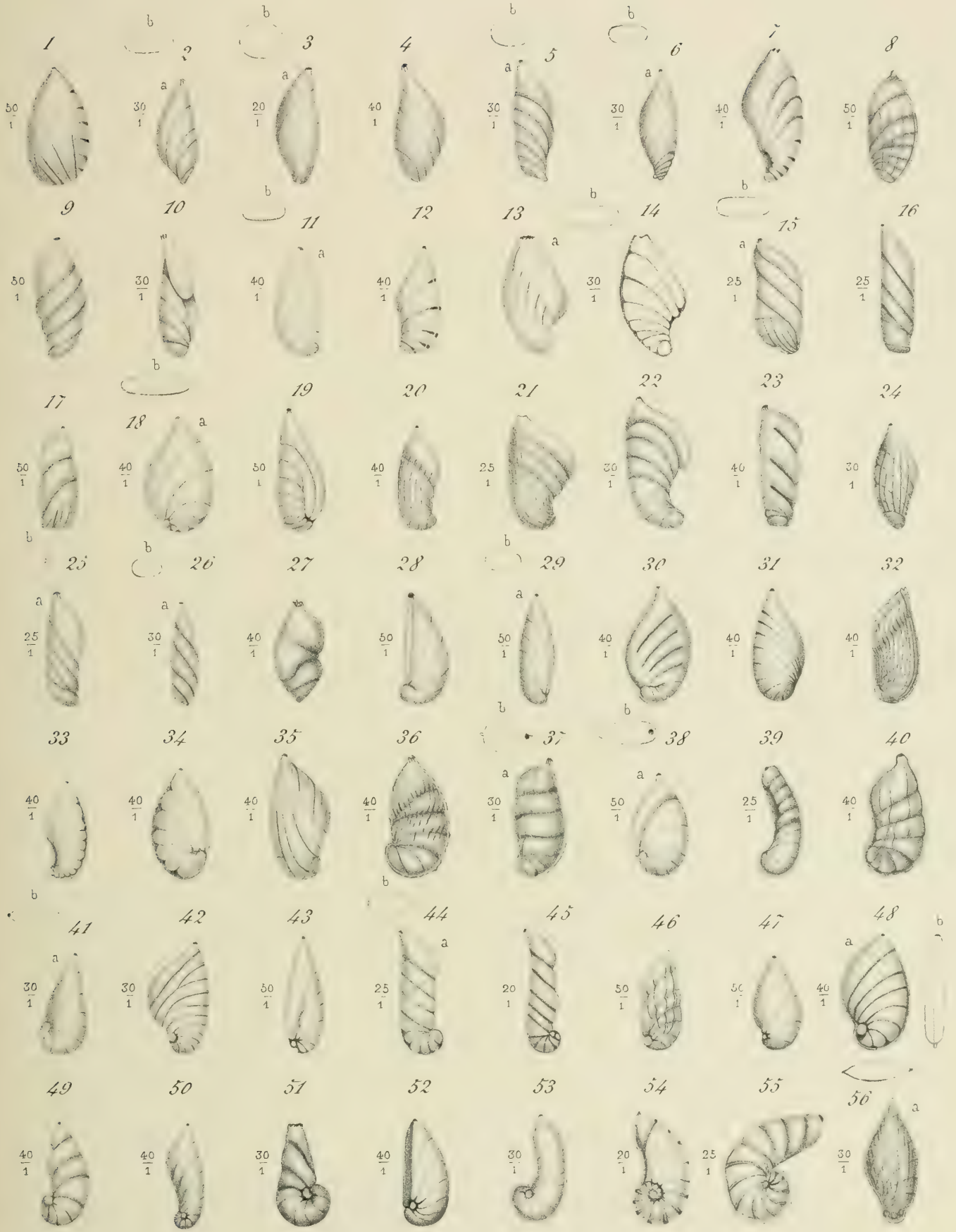
PLANCHE II.

Figures.			Grossissement	Pages.
1 et 2.	MARGINULINA	*subæquilateralis*, Terq	30	18
3 et 4.	—	*proxima*, Terq	15	18
5 à 11.	—	*disparilis*, Terq	30	19
12 à 14.	—	*cytharella*, Terq	20	20
15 et 16.	—	*flabelloides*, Terq	20	20
17, *a*, *b*.	—	*spada*, Terq	15	21
18 à 23.	—	*macilenta*, Terq	25	21
24 à 28.	—	*heteropleura*, Terq	20	22
29 et 30.	—	*scalprum*, Terq	30	23
31 et 32.	—	*gibbosa*, Terq	40	23
33, *a*, *b*, *c*.	—	*cornuformis*, Terq	20	23
34 à 43.	—	*solida*, Terq	40	24
44 à 54	—	*contracta*, Terq	50	25

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
a
b
c

PLANCHE III.

Figures.			Grossissement.	Pages.
1 à 4.	CRISTELLARIA	*primordialis*, Terq	50	28
5 à 12.	—	*anceps*, Terq	30	28
13 et 14.	—	*triquetra*, Terq	30	30
15 et 16.	—	*similis*, Terq	25	30
17.	—	*prava*, Terq	50	30
18 à 24.	—	*subinvoluta*, Terq	40	30
25, *a*, *b*.	—	*suturalis*, Terq	25	31
26, *a*, *b*.	—	*lagenæformis*, Terq	30	32
27.	—	*anomala*, Terq	40	32
28 et 29.	—	*semilunaris*, Terq	50	32
30 à 37.	—	*semi-involuta*, Terq	40	33
38 à 49.	—	*hybrida*, Terq	25	34
50 à 53.	—	*centralis*, Terq	40	35
54 et 55.	—	*centrogyrata*, Terq	20	36
56, *a*, *b*.	—	*mutabilis*, Terq	30	36



Terquem ad nat. delt *Imp. Becquet fr. Paris.* *Maubert lith.*

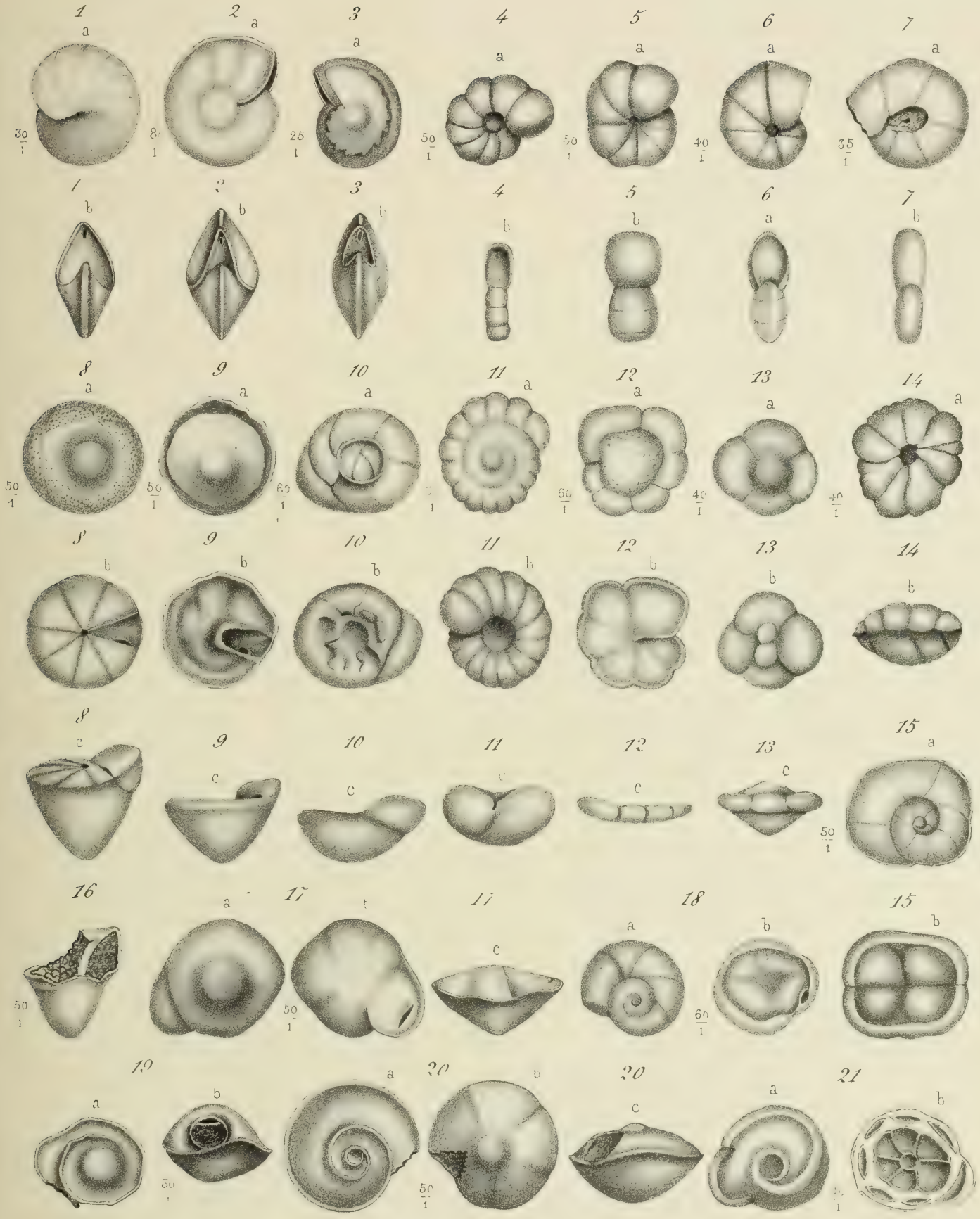
PLANCHE IV.

Figures.		Grossissement.	Pages.
1 à 4.	CRISTELLARIA *mamillaris*, Terq	30	37
5 à 21.	— *flagellum*, Terq	40	37
22 à 25.	— *polymorpha*, Terq	40	40
26 à 28.	HAPLOPHRAGMIUM *tuberosum*, Terq	30	41
29 et 30.	— *dubium*, Terq	25	41
31 et 32.	FRONDICULARIA *spatulata*, Terq	30	42
33.	— *irregularis*, Terq	50	43
34, *a*, *b*.	— *excavata*, Terq	40	43
35.	— *fenestrata*, Terq	50	43
36 et 37.	— *nuda*, Terq	40	43
38.	FLABELLINA *primordialis*, Terq	40	44
39.	— *subinvoluta*, Terq	30	44
40 à 44.	— *semi-involuta*, Terq	40	45
45 et 46.	— *instabilis*, Terq	35	46

1
a
b
30/1
2
a
b
25/1
2
c
3
a
b
20/1
4
a
b
20/1
5
40/1
6
35/1
7
30/1
8
a
b
40/1
9
30/1
10
30/1
11
25/1
12
60/1
13
30/1
14
a
b
25/1
15
30/1
16
30/1
17
50/1
18
30/1
19
50/1
20
20/1
21
40/1
22
40/1
23
40/1
24
40/1
25
30/1
b
26
a
b
30/1
27
25/1
28
20/1
b
29
a
25/1
30
40/1
31
30/1
32
a
15/1
33
50/1
34
a
40/1
35
50/1
36
40/1
37
50/1
38
40/1
39
30/1
40
40/1
41
40/1
42
40/1
43
40/1
44
40/1
45
35/1
46
30/1

PLANCHE V.

Figures.		Grossissement.	Pages.
1, *a*, *b*.	ROBULINA *labiata*, Terq	30	46
2, *a*, *b*.	— *oolithica*, Terq	80	46
3, *a*, *b*.	— *semi-nuda*, Terq	25	47
4 et 5.	NONIONINA *nodulosa*, Terq	50	47
6, *a*, *b*.	— *subangulosa*, Terq	40	48
7, *a*, *b*.	— *solida*, Terq	35	48
8 à 15.	ROTALINA	50	48
16.	EPISTOMINA *conica*, Terq	50	51
17, *a*, *b*, *c*.	— *nuda*, Terq	50	51
18 à 21.	— *costifera*, Terq	60	51



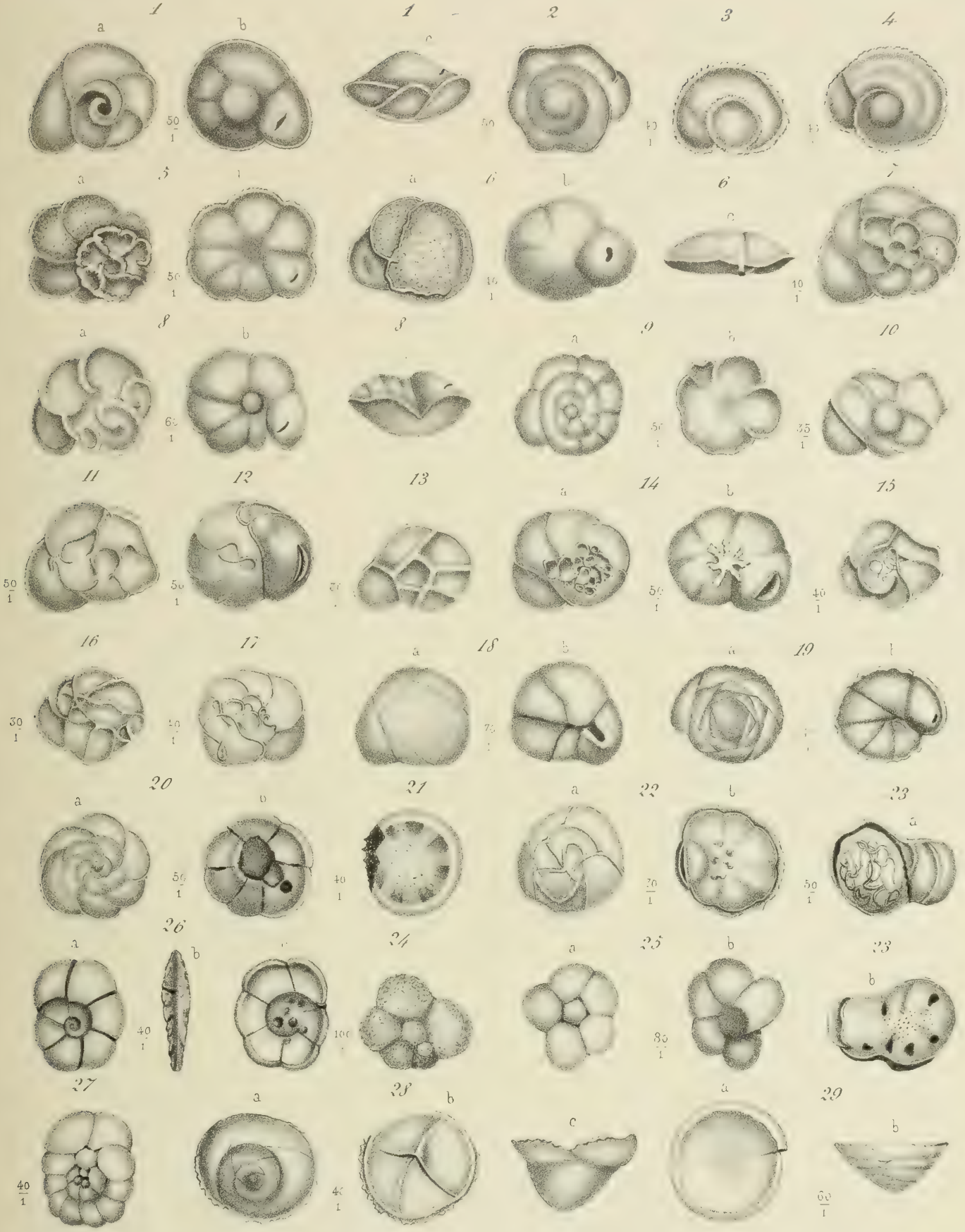
Terquem ad nat. del.

Imp. Becquet fr. Paris.

Maubert lith.

PLANCHE VI.

Figures.		Grossissement.	Pages.
1 à 4.	EPISTOMINA *costifera*, Terq.....	50	52
5 et 6.	— *coronata*, Terq.....	50	53
7 à 9.	— *ornata*, Terq.....	40	53
10 à 17.	— *irregularis*, Terq.....	35	54
18 à 21.	— *regularis*, Terq.....	70	55
22 et 23.	— *bilabiata*, Terq.....	30	56
24.	GLOBIGERINA *bulloides*, d'Orb.....	100	56
25, *a*, *b*.	— *oolithica*, Terq.....	80	57
26, *a*, *b*, *c*.	TRUNCATULINA	40	57
27.	PLANORBULINA	40	58
28 et 29.	ROSALINA	40	58



Terquem ad nat. del

Imp. Becquet fr. Paris.

Maubert lith.

PLANCHE VII.

Figures.		Grossissement.	Pages.
1, *a*, *b*.	ROSALINA	60	58
2 à 4,	PATELLINA *oolithica*, Terq.....	60	59
5, *a*, *b*.	TRITAXIA *oolithica*, Terq.....	30	60
6, *a*, *b*.	TEXTILARIA *inversa*, Terq.....	30	60
7, *a*, *b*.	— *undulosa*, Terq	30	61
8.	POLYMORPHINA *simplex*, Terq.....	60	61
9, *a*, *b*.	— *bilocularis*, Terq.....	40	61
10, *a*, *b*.	— *triloba*, Terq.....	40	62
11 à 14.	— *oolithica*, Terq.....	40	62
15.	— *gibbosa*, Terq.....	50	63
16 et 17.	— *cruciata*, Terq.....	40	63
18, *a*, *b*.	— *polygona*, Terq	40	63
19.	— *pupiformis*, Terq.....	30	63
20, *a*, *b*.	ALLOMORPHINA *prima*, Terq.....	30	64
	AGATHISTÈGUES.....		65
21 à 27.	1re Série. A. Coquilles biloculaires à sutures peu sensibles.	80	66
28 à 33.	— B. — — profondes....	70	67
34 à 39.	2e Série. Coquilles triloculaires	100	68

1
a
b
60/1
2
a
b
60/1
c
3
a
b
70/1
4
a
b
70/1
c
5
b
a
30/1
6
a
b
30/1
7
b
a
30/1
3
c
8
60/1
9
b
40/1
a
10
b
40/1
a
11
40/1
12
60/1
13
60/1
14
60/1
15
50/1
16
40/1
17
50/1
18
b
a
40/1
19
30/1
20
a
b
30/1
21
80/1
22
90/1
23
60/1
24
50/1
25
70/1
26
60/1
27
50/1
28
70/1
29
100/1
30
80/1
31
70/1
32
a
b
50/1
33
50/1
34
a
b
100/1
35
50/1
36
90/1
37
70/1
38
90/1
39
90/1

PLANCHE VIII.

Figures.			Grossissement.	Pages.
1 à 20.	2e Série,	Agathistègues triloculaires.....	60	68
21 à 43.	3e Série,	— quadriloculaires.....	50	72
44 à 51.	4e Série,	— quinqueloculaires	50	76

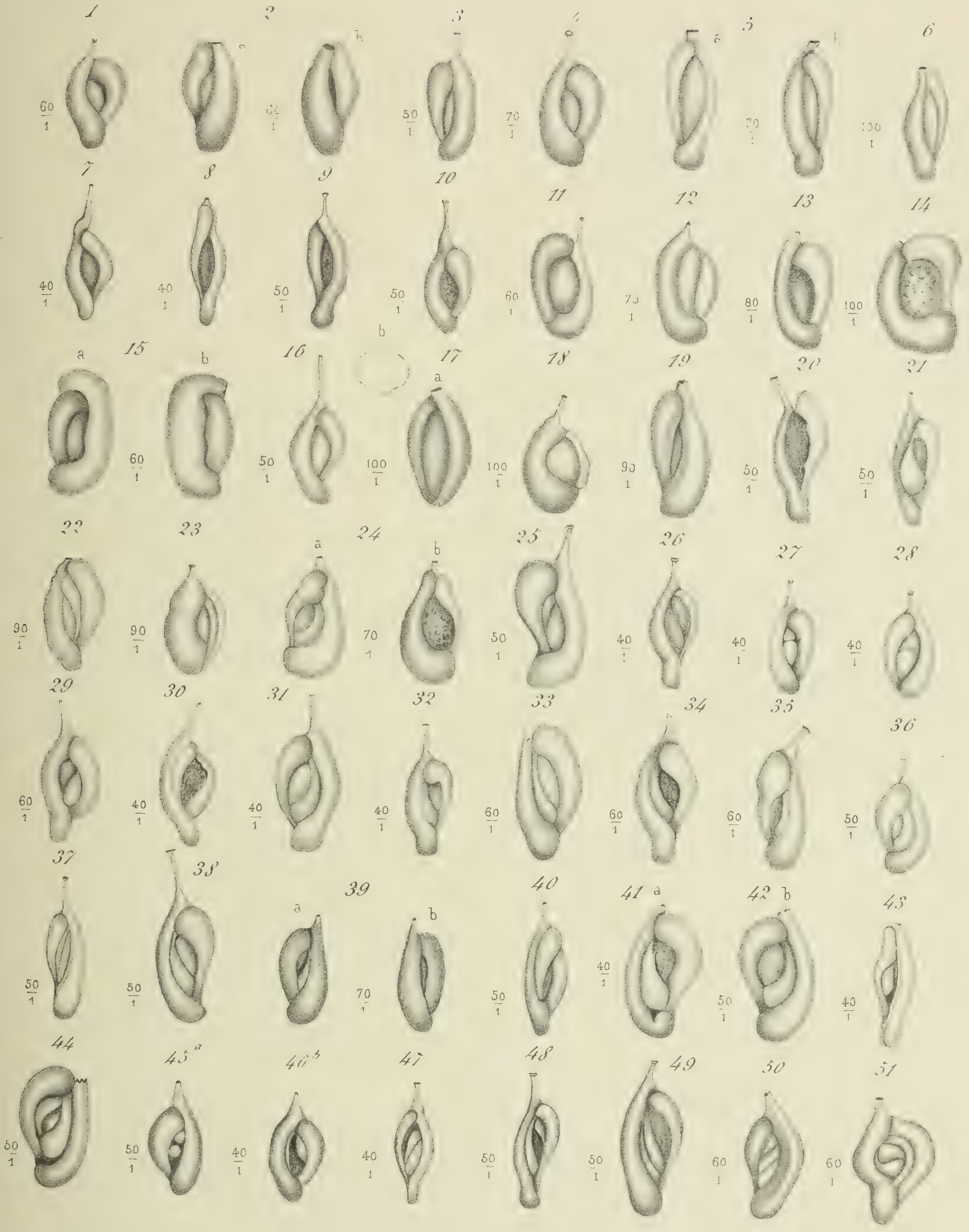


PLANCHE IX.

Figures.		Grossissement.	Pages.
1 à 38.	5e Série, AGATHISTÈGUES irréguliers	40	77

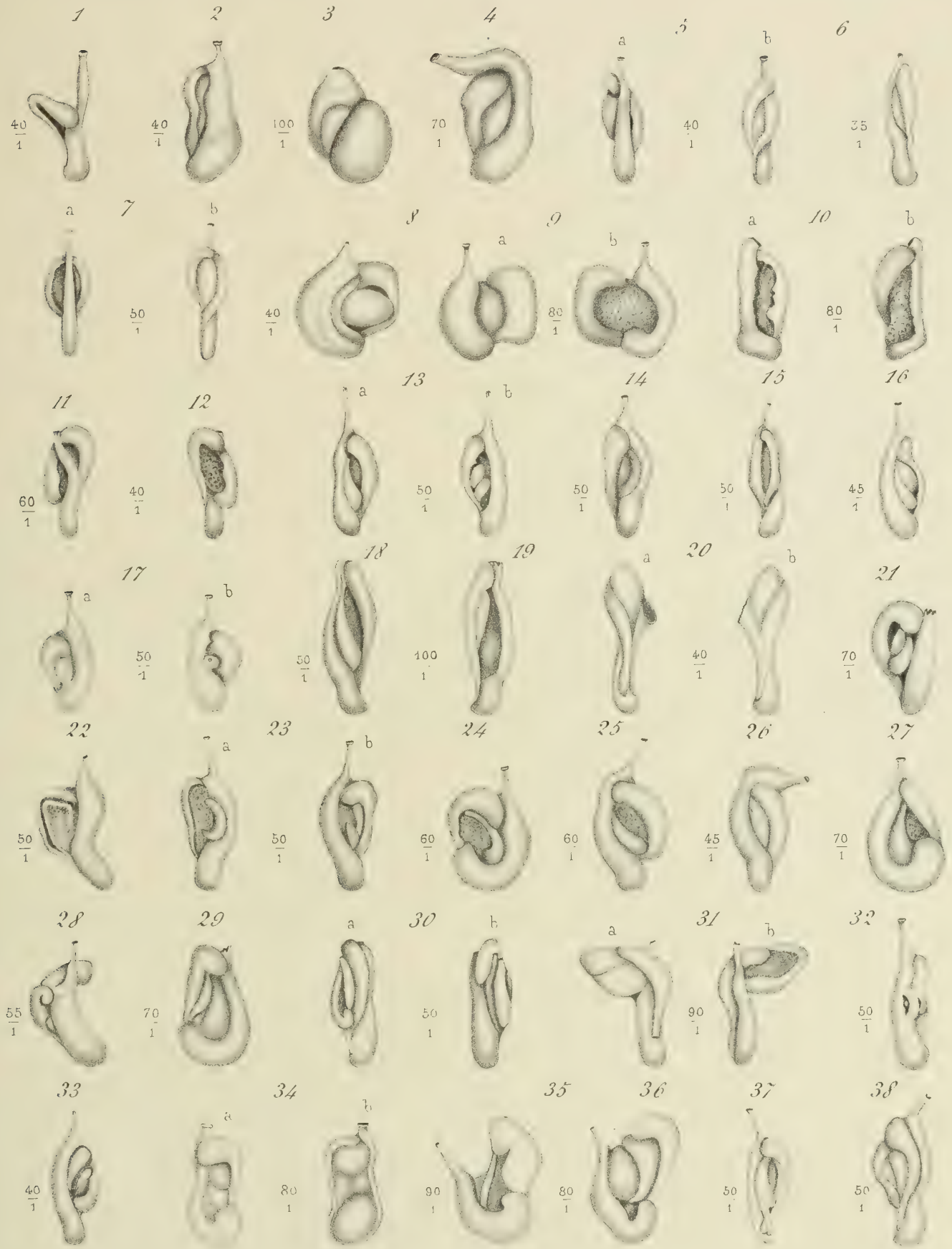
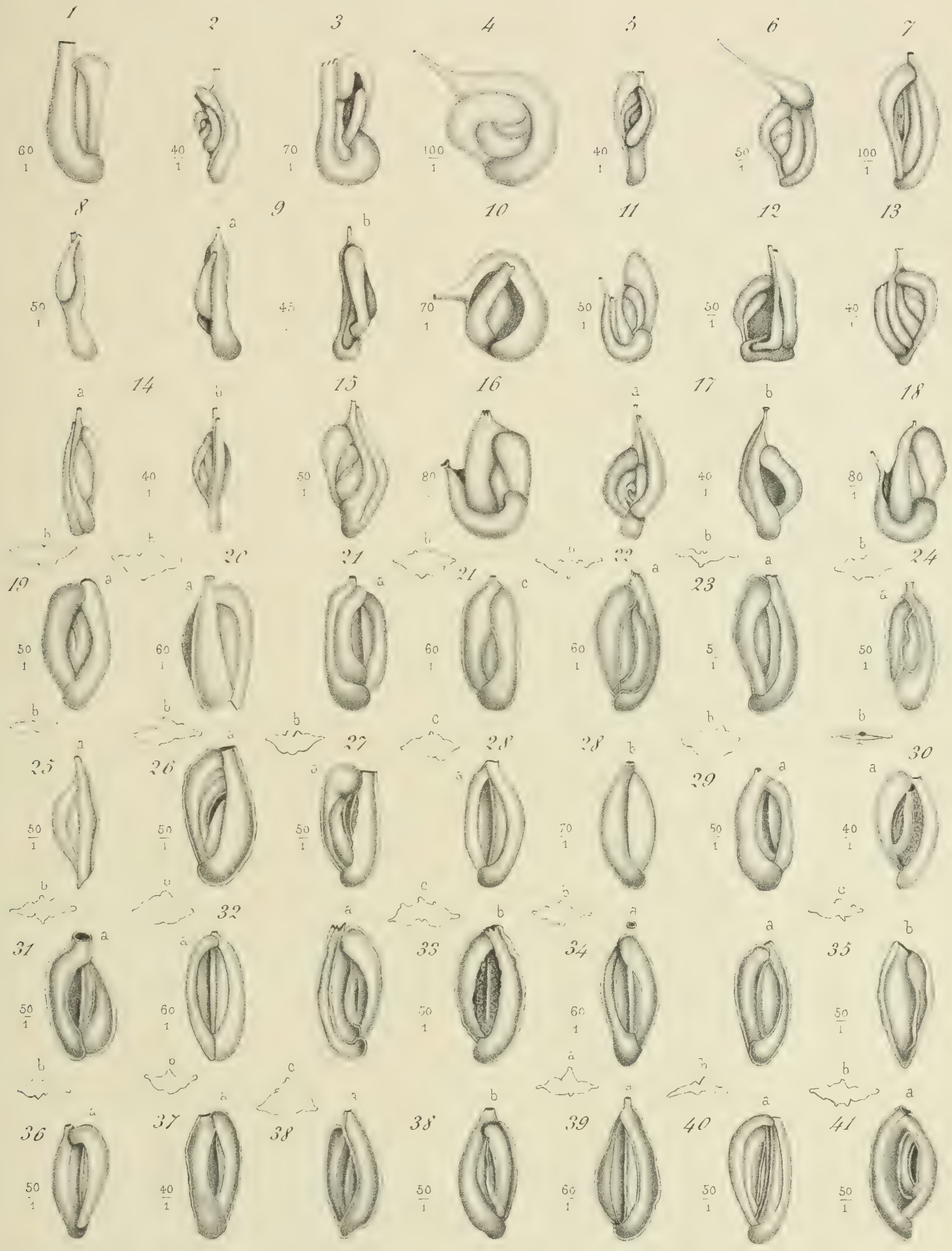

1
40/1
2
40/1
3
100/1
4
70/1
5
a
b
40/1
6
35/1
7
a
b
50/1
8
40/1
a
9
b
80/1
10
a
b
80/1
11
60/1
12
40/1
13
a
b
50/1
14
50/1
15
50/1
16
45/1
17
a
b
50/1
18
50/1
19
100/1
20
a
b
40/1
21
70/1
22
50/1
23
a
b
50/1
24
60/1
25
60/1
26
45/1
27
70/1
28
55/1
29
70/1
30
a
b
50/1
31
a
b
90/1
32
50/1
33
40/1
34
a
b
80/1
35
90/1
36
80/1
37
50/1
38
50/1

PLANCHE X.

Figures.		Grossissement.	Pages
1 à 7.	5e Série (suite), AGATHISTÈGUES irréguliers	40	77
8 à 18.	6e Série, — irréguliers à 2 ouvertures.	50	84
19 à 41.	7e Série, — à test arénacé gris.....	50	86



Terquem ad nat. del. Imp. Becquet fr. Paris. Maubert lith.

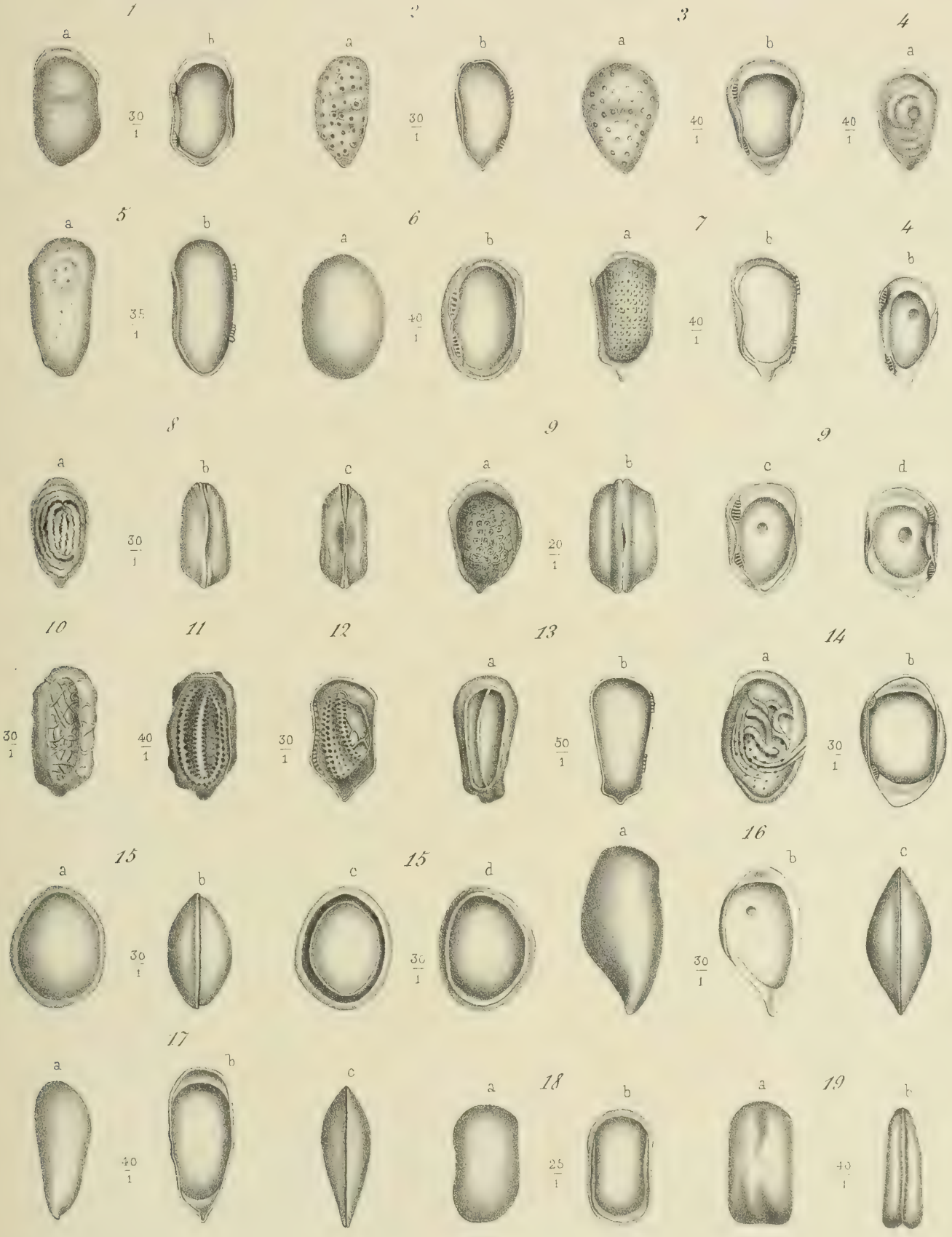
PLANCHE XI.

Figures.		Grossissement.	Pages.
1, *a*, *b*, *c*.	BAIRDIA *ovula*, Terq	40	92
2, *a*, *b*.	— *affinis*, Terq	30	92
3, *a*, *b*.	— *suborbicularis*, Terq	50	92
4, *a*, *b*.	PARACYPRIS *navicula*, Terq	50	93
5, *a*, *b*.	PONTOCYPRIS *æquilateralis*, Terq., var	40	93
6, *a*, *b*.	— — Terq., var	40	94
7, *a*, *b*.	MACROCYPRIS *oolithica*, Terq., var	30	94
8, *a*, *b*.	— *obtusa*, Terq	30	95
9, *a*, *b*, *c*.	ARGILLÆCIA *glanduliformis*, Terq., var	40	95
10, *a*, *b*.	CYTHERE *pustulifera*, Terq	50	96
11, *a*, *b*.	LOXOCONCHA *ambigua*, Terq., var	30	96
12, *a*, *b*.	— *pertusa*, Terq	40	97
13, *a*, *b*.	CYTHEROPSIS *punctulata*, Terq., var	40	97
14, *a*, *b*.	— *lævigata*, Terq	30	98
15, *a*, *b*.	— *cuneata*, Terq	30	98
16, *a*, *b*.	— *depressa*, Terq	40	98
17, *a*, *b*.	CYTHERIDEA *simplex*, Terq., var	40	99
18, *a*, *b*.	— *alveolata*, Terq	25	100
19, *a*, *b*, *c*,	— — Terq., var	20	100
20, *a*, *b*, *c*.	— — Terq., var	40	100

1
a
b
40/1
1
c
2
30/1
3
50/1
4
50/1
5
40/1
6
7
30/1
8
30/1
9
10
50/1
11
30/1
12
13
14
15
16
17
18
25/1
19
20/1
20

PLANCHE XII.

Figures.		Grossissement.	Pages.
1, *a*, *b*.	CYTHERIDEA *punctatella*, Terq., var.	30	100
2, *a*, *b*.	— *depressa*, Terq., var	30	101
3, *a*, *b*.	— — Terq., var	40	101
4, *a*, *b*.	— *picturata*, Terq., var	40	101
5, *a*, *b*.	— *approximata*, Terq., var	35	102
6, *a*, *b*.	— *crassa*, Terq	40	102
7, *a*, *b*.	— *lineata*, Terq	40	102
8, *a*, *b*, *c*.	— *centrata*, Terq	30	102
9, *a*, *b*, *c*, *d*.	— *ampla*, Terq., var	20	103
10.	— *intricata*, Terq	30	103
11.	— *caudata*, Terq., var	40	103
12.	— — Terq., var	30	104
13, *a*, *b*.	— — Terq., var	50	104
14.	— *vermiculata*, Terq., var	30	104
15, *a*, *b*, *c*, *d*.	POLYCOPE *fontinensis*, Terq., var	30	105
16, *a*, *b*, *c*.	PSEUDOCYTHERE *ampla*, Terq., var	30	105
17, *a*, *b*, *c*.	— *angusta*, Terq., var	40	106
18, *a*, *b*.	CYTHERELLA *ovalis*, Terq., var	25	106
19, *a*, *b*.	— *angusta*, Terq., var	40	107


1
a
b
30/1
2
a
b
30/1
3
a
b
40/1
4
a
40/1
5
a
b
35/1
6
a
b
40/1
7
a
b
40/1
4
b
8
a
b
c
30/1
9
a
b
20/1
9
c
d
10
30/1
11
40/1
12
30/1
13
a
b
50/1
14
a
b
30/1
15
a
b
30/1
15
c
d
30/1
16
a
b
c
30/1
17
a
b
40/1
c
18
a
b
25/1
19
a
b
40/1

MEULAN — IMPRIMERIE DE A. MASSON

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME QUATRIÈME

III

FORMATION

DES

COUCHES DE HOUILLE

ET DU

TERRAIN HOUILLER

(GÉOGÉNIE)

PAR

M. C. GRAND'EURY

PARIS

AU LOCAL DE LA SOCIÉTÉ, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 7

1887

III

FORMATION

DES

COUCHES DE HOUILLE

ET DU

TERRAIN HOUILLER

(GÉOGÉNIE)

Avertissement

La Société déclare qu'elle laisse aux Auteurs la responsabilité des faits et des opinions contenus dans leurs Mémoires.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME QUATRIÈME

III

FORMATION

DES

COUCHES DE HOUILLE

ET DU

TERRAIN HOUILLER

(GÉOGÉNIE)

PAR

M. C. GRAND'EURY

PARIS

AU LOCAL DE LA SOCIÉTÉ, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 7

1887

AVANT-PROPOS

Je me propose d'exposer, dans ce mémoire, toutes les observations que j'ai faites sur la constitution des couches de houille et la structure du terrain houiller, et d'expliquer leur origine en m'aidant des restes de plantes fossiles comme moyen principal d'investigations.

Il y a plus de vingt ans, qu'étant Ingénieur dans les mines de houille, je rassemblais déjà des documents sur ces deux objets. Mais les difficultés que soulève l'interprétation des faits, pour peu que l'on veuille aller au fond des choses, m'eurent bientôt arrêté, et je ne vis, par la suite, d'autre moyen d'en venir à bout que celui de reprendre l'étude de la végétation du monde primitif, tout au moins aux points de vue de ses mœurs à l'état vivant et de ses différents modes de conservation fossile.

Le terrain houiller productif, plus qu'aucune autre formation géologique, est, en effet, si pénétré de débris de plantes fossiles, répandues avec profusion dans presque toutes les couches, et même encore enracinées à leur endroit natal, il renferme, d'un autre côté, de si nombreux lits ou couches de combustible phytogénique, formant une proportion notable de son volume, que son étude ne semble pouvoir se faire, du moins complètement, sans tenir compte des végétaux qui le caractérisent si universellement et si puissamment.

C'est ainsi que, laissant de côté mes premières observations, sans perdre,

toutefois, les occasions qui m'ont été offertes depuis de les continuer, je me suis adonné spécialement, pendant de longues années, à des recherches botaniques sur les empreintes végétales du terrain houiller. Les résultats de ces recherches ont paru, en 1876, dans le Recueil des Mémoires des savants étrangers à l'Académie, sous le titre de « *Flore carbonifère du département de la Loire et du Centre de la France.* »

Peu de temps après, M. Daubrée présenta à l'Institut (*Compt.-r.* de 1877, p. 1276) un nouveau mémoire, dans lequel était contenu tout ce que je connaissais alors de la formation de la houille et du terrain houiller.

La partie de ce mémoire relative à la végétation houillère, dans sa fonction d'agent générateur de la houille, et à l'origine de cette roche carbonée, a été publiée en 1882 dans les *Annales des Mines* (8e série, T. I. p. 99).

L'autre partie, qui fait l'objet du présent travail, ayant trait aux couches de houille, fait réellement suite aux deux mémoires publiés, et, embrassant toutes les questions qui intéressent le terrain houiller, elle les complète et en forme, en quelque sorte, le couronnement.

Jusqu'à la fin de 1877, mes recherches de géologie ne s'étaient guère étendues au delà du Centre et du Midi de la France. Les voyages que j'ai faits, depuis bientôt dix ans, dans le Nord, en Haute-Silésie, dans l'Oural, etc., l'étude du bassin houiller du Gard, dont j'ai été chargé par les exploitants, la confection des cartes de topographie souterraine du Bassin houiller de la Loire, m'ont permis de généraliser mes observations. Et aujourd'hui, m'autorisant d'une maxime de Montesquieu : « lorsqu'on traite un sujet, il n'est pas nécessaire de l'épuiser, il suffit de faire penser », je crois être parvenu à une connaissance assez complète de mon sujet pour tenter un essai de géogénie, concernant le gisement de la houille, ses rapports avec les roches encaissantes, le dépôt et le mécanisme de la formation des bassins houillers, etc..

Je suis resté longtemps indécis, quant à la manière dont il pouvait convenir de mettre en œuvre des notes recueillies. J'avais, d'abord, pensé les grouper autour des nombreux problèmes auxquels donne lieu l'étude des couches de houille et du terrain houiller, et les utiliser, ainsi, à résoudre ces problèmes. Mais, toutes réflexions faites, je crois, maintenant, préférable, mes observations embrassant, comme je viens de le dire, tout ce qui touche au terrain houiller, de les faire servir à son histoire et d'en décrire les matériaux avec méthode, de manière que les conséquences puissent s'en déduire, autant que possible, d'elles-mêmes, s'enchaîner et se soutenir, si je puis dire ainsi, comme les pierres d'appareil d'une voûte.

Dans la recherche des causes, je suis loin d'être toujours parvenu à des résultats satisfaisants, et j'ai dû me borner, souvent, à signaler les traits d'ensemble des couches, faute de pouvoir en expliquer les détails. En fait de dépôts sédimentaires, les relations de cause à effet sont peu connues et, d'ailleurs, peu susceptibles, par leur nature, de rentrer dans une formule simple. Sans vouloir diminuer la valeur des expériences qui ne peuvent réaliser toutes les conditions des dépôts en grand et dans lesquelles le très important facteur de la durée est éliminé, je ne crois pas qu'il existe, dans le monde actuel, des termes de comparaison pour apprécier tous les événements du passé, surtout du passé qui nous occupe, lequel diffère trop du présent pour que les choses ne se soient pas produites, je ne dis pas d'après les mêmes lois, — cela est un axiome, — mais dans un monde particulier, ayant fait qu'à plusieurs égards les terrains anciens diffèrent beaucoup des formations modernes. Le monde vivant est, en effet, une résultante de toutes les transformations qui se sont effectuées sur le globe depuis la solidification de sa surface, et on ne peut raisonnablement prétendre que les circonstances topographiques de la formation des combustibles végétaux, par exemple, étaient, dès l'origine, les mêmes qu'aujourd'hui. Il ne se creuse plus à présent, en tout cas, de bassins de dépôt cir-

conscrits qui, en s'enfonçant, attiraient à eux et retenaient, à l'époque houillère, les débris de la désagrégation des roches préexistantes et de la décomposition végétale. On verra que l'étude minutieuse de la structure interne des couches de houille ne conduit pas aux conséquences déduites d'un examen superficiel : la houille ne s'est pas formée comme la tourbe ; on remarquera, en outre, que beaucoup d'autres opérations de la Nature se sont effectuées autrement qu'aujourd'hui, et avec une énergie, déployée par les forces actives, bien différente.

Comme dans tous les temps géologiques, les formations sédimentaires de l'époque carbonifère ont été variées, ayant pris naissance dans des conditions dissemblables. Vouloir généraliser le mode de formation particulière à un bassin ne serait guère plus logique que de confondre tous les phénomènes de dépôt qui s'accomplissent, aujourd'hui, dans la mer, dans les lacs et les marais, sur le parcours des fleuves. C'est non seulement à connaître, mais aussi à différencier les bassins houillers, suivant les circonstances où ils sont nés, que doivent tendre les efforts, si l'on veut parvenir à reconstituer le Globe et à le faire revivre tel qu'il était à l'époque dont il s'agit, avec sa figure et les forces en jeu. L'on a déjà remonté à quelques notions sur son état géographique et topographique, pendant la formation des houilles : j'ai montré que la végétation n'occupait, alors, sur la terre ferme, que les plaines basses, marécageuses, laissant à nu les pentes et les hauteurs, qui se prêtaient à une facile dégradation ; on sait aussi que l'air était fortement chargé de vapeurs d'eau qui devaient se résoudre en pluies abondantes ; l'humidité atmosphérique favorisait la décomposition et la désagrégation des roches primitives ; nous verrons que la mobilité du sol activait et variait la sédimentation, etc.. Mais le tableau de notre planète, à l'époque carbonifère, est à peine ébauché ; il reste très obscur, malgré les recherches faites pour en préciser les contours, en distinguer les couleurs : et il faudra interroger, longtemps encore, les témoins, qui

nous en sont parvenus dans le terrain houiller, avant de comprendre la formation de celui-ci, et d'en découvrir les richesses avec le moins de frais possibles.

Mon but principal a été de pénétrer, plus avant qu'on ne l'a fait, dans les détails de ce terrain, et de déterminer les circonstances et les conditions de sa formation.

Le présent mémoire sera une description analytique de ses différentes roches et couches composantes, suivie d'une explication des phénomènes au concours desquels elles sont dues.

Pour faire suite à la « *Formation de la houille*, » il comprendra d'abord les développements que comporte l'étude, à tous les points de vue, des couches de houille. Puis, viendra l'examen des roches et des dépôts, comme préface à la description des bassins houillers. Le premier chapitre me fournira l'occasion de compléter mes démonstrations sur l'origine de la houille. Comme la majeure partie de mes études ont été faites dans le Centre de la France, je commencerai la description des gisements charbonneux par ceux que j'ai été à même d'y bien observer, principalement à Saint-Etienne, à un autre point de vue que M. Gruner. Comme les grands bassins houillers, dits marins, ont été engendrés au milieu de circonstances particulières, je réserverai, pour les présenter parallèlement et comparativement, à la fin de chaque paragraphe ou de sujet traité, les observations que j'ai faites dans le Nord de l'Europe. Je passerai, ensuite, en revue les lignites des divers âges, pour relier au présent le passé des houilles.

Bref, les grandes divisions de ce travail sont établies comme l'indique le canevas suivant, qui sert de table générale des matières.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

CHAPITRE I.

Constitution géologique des couches de houille : Distribution, Composition et Modifications, Accidents de dépôt, etc.

I. Distribution générale des couches, veines et filets de houille..... 4
II. Puissance, continuité et extension des couches de houille..... 8
III. Subdivisions, ramifications et conjonctions des couches de houille..... 14
IV. Dégénérescence des couches de houille..... 21
V. Coupes et variations des couches du Bassin de la Loire en général..... 27
VI. Description anatomique des couches de Roche-la-Molière en particulier..... 33
VII. Dépôts adventifs et parasites des couches de houille..... 40
VIII. Rapport des couches de houille avec leur toit et leur mur..... 45
IX. Mouvements du sol de dépôt pendant la formation des couches de houille..... 52
X. Amincissements, renflements des couches. Gisements en amas, en chapelet..... 56
XI. Du tassement et de l'écoulement de la matière charbonneuse sous la pression des roches. 62
XII. Gisement comparé du stipite et du lignite..... 67
XIII. Formation actuelle des combustibles fossiles..... 69
Règles des faits et résumé des conclusions concernant la houille..... 71

CHAPITRE II.

Formation des roches et des dépôts houillers.

Pétrographie. — Roches de dépôt chimique..... 76
I. 1° Minerai lithoïde des houillères..... 77
II. 2° Roches de sources et roches éruptives..... 85
III. Du gore blanc et de sa formation..... 87
IV. Schiste et grès houiller..... 92
V. Caractères lithologiques de ces roches..... 98
VI. Roches organiques..... 102
Stratigraphie.
VII. Structure, formes et arrangements des dépôts..... 104
VIII. Parallélisme, divergence, discordance de stratification..... 110
IX. Conditions générales des dépôts houillers..... 116

CHAPITRE III.

Formation des bassins houillers.

I. Facies géologiques et distribution géographique..... 123
II. Les tiges enracinées sont à leur endroit natal..... 127
III. Les dépôts se sont effectués, le plus souvent, à peu de profondeur..... 131
IV. Les dépôts ne continueraient à s'accumuler que sur un sol sujet à affaissement..... 133
V. Les bassins houillers ébauchés s'accentuaient pendant la formation..... 138
VI. Souvent, leur ligne de fond se déplaçait, ainsi que le centre de dépression..... 144
VII. Certains autres mouvements locaux ont compliqué la structure des bassins houillers du Centre de la France..... 147
VIII. C'est ainsi que le Bassin de la Loire se subdivise en sous-bassins ou systèmes de gisement. 153
IX. Comparaison des terrains dits marins avec ceux dits lacustres..... 158
X. Terrain de stipite et de lignite..... 161

CHAPITRE IV.

Déformations et dislocations des bassins houillers.

I. Effets de tassements..... 163
II. Le soulèvement des couches a fait suite aux mouvements contemporains des dépôts... 166
III. Les failles, en général, se coordonnent au pendage des couches..... 170
IV. Formes et jeux des failles du terrain houiller..... 175
Résumé final. Recherches de la houille..... 180

Table analytique des matières..... 185

MÉMOIRE

SUR LA

FORMATION DES COUCHES DE HOUILLE

ET DU TERRAIN HOUILLER

(GÉOGÉNIE)

CHAPITRE PREMIER

Constitution géologique des couches de houille : Distribution, Composition et Modifications, Accidents de dépôt, etc.

PRÉLIMINAIRES.

Avant de décrire les couches de houille, il me paraît utile, même après ce que j'ai dit ailleurs de la composition végétale, physique et chimique de ce combustible fossile (1), d'en définir les différentes sortes, spécialement au point de vue stratigraphique, et d'indiquer les termes de transitions qui les relient aux autres roches carbonées avec lesquelles la houille a des rapports de formation commune évidents.

La houille proprement dite, l'espèce dominante, est dure, à cassure cristalline ; ses parties constituantes sont parfaitement stratifiées sous forme de lames et lamelles parallèles plus ou moins lustrées, les plus brillantes alternant avec des sillons de charbon mat, amorphe (représentant les tissus décomposés sous l'eau), ou de fusain (représentant les tissus décomposés à l'air) ; les lamelles brillantes sont non de fins mélanges herbacés comme la tourbe pure de Sphaignes, mais le plus souvent des écorces vides de leur contenu et conservées dans le charbon amorphe comme les coquilles dans le calcaire. Le charbon des amas seul, comme par exemple celui de la couche de la Barge à Firminy (Loire) ou celui de la couche de Bézenet (Allier),

(1) *Annales des Mines*, 8e série, 1882, t. I, pp. 136 et 245.

offre une contexture un peu emmêlée qui s'accorde mal avec l'opinion de F. Naumann, à savoir que si du charbon s'est formé par transport, c'est celui des couches irrégulières en amas du Centre de la France dont les caractères ne paraissent pas à ce géologue compatibles avec un développement sur place ; mais, bien que dans ce charbon les joints soient rares, les tiges sont toutes couchées et les organes de plantes séparés, déplacés et dispersés comme dans la houille ordinaire.

La houille ordinaire, qui paraît être une sorte d'alluvion végétale, en se chargeant de limon, forme ce que l'on appelle la houille crue ou schisteuse (*Slate coal*), à lames et lamelles brillantes plus distinctes ; les empreintes s'y trouvent visiblement aplaties et les organes de plantes isolés pêle-mêle comme dans les schistes ; ce sont, d'ailleurs, les mêmes débris organiques ne provenant pas de végétaux différents de ceux de la houille pure comme l'admettent *à priori* les partisans de la formation sur place.

Aussi, voit-on souvent la houille stratiforme devenir schisteuse (*Schieferkohle*) et passer insensiblement au schiste charbonneux (*Kohlenschiefer*), formé de lames et lamelles de houille alternant avec des filets de schiste noir à empreintes. L'augmentation progressive de la substance minérale au détriment de la matière organique fait ensuite passer le schiste charbonneux au schiste à empreintes, de telle manière qu'il est impossible de séparer, au point de vue du mode d'accumulation, les termes de la série commençant à la houille pure et finissant au schiste houiller. — Les cendres de houille ont, d'ailleurs, la composition chimique des schistes associés ou alternants et ne sont pas indépendantes de la nature des roches encaissantes, comme on le verra plus loin.

J'ai même constaté, en contradiction formelle avec cette assertion de M. le D[r] Hoocker qu'il n'y a pas de sable intimement mélangé à la houille, une gradation de celle-ci au grès. Ainsi, la houille de la couche Sainte-Eugénie (bassin de la Queune, Allier) empâte plus ou moins de grains de quartz, de feldspath et de paillettes de mica ; et à la Garenne (Quartier-Gaillard, Loire) on peut constater, comme dans la couche des grès noirs de Commentry, tous les intermédiaires entre la houille et le grès, sous forme de houille gréseuse ou de grès rendu noir et bitumineux par l'adjonction de nombreux détritus végétaux.

Une troisième série peut se remarquer entre la houille terne (*Cannel-coal, Splint-coal*) et le gore noir charbonneux. Toutes les espèces minérales de cette catégorie ont visiblement été à l'état d'une boue fine comme celle qui se dépose au fond des étangs et des lacs peu profonds des marais modernes, et la présence, assez habituelle de coquilles bivalves et de Poissons variés dans le Cannel-coal et dans le *bass*, les fait justement considérer comme s'étant formés sous l'eau, même par les partisans du tourbage (MM. Lesquereux, Dawson, Binney, etc.). Or, les filets mats de la houille ordinaire font partie de la catégorie en question ; la houille terne *(Grobkohle)* forme des veines dans la houille de Montrambert, et des bandes d'ap-

parence pierreuse connue sous le nom de *carruche* dans le charbon de Rive-de-Gier. La houille terne, de plus en plus chargée de cendres, finit parfois par l'emporter, et le charbon passe, en tout ou en partie, à du gore noir dont la matière charbonneuse diluée est aussi gazéifiante que le Cannel-coal et, dans certains cas, ne laisse pas plus de carbone fixe que le Bog-head, qui est un intermédiaire entre la houille limoneuse dure et le schiste bitumineux.

A côté des houilles ordinaires et de leurs variétés qui n'ont pas éprouvé un tassement beaucoup plus fort que les schistes, paraissant ainsi avoir acquis pendant leur dépôt même une consistance qui s'est constamment accrue depuis, se présente la houille moureuse et terreuse (*Moorkohle*) à structure grenue, dont les matières non cimentées se sont prêtées à des déplacements moléculaires sous la pression des roches. Le caractère dominant de la catégorie de houille en question est de contenir plus ou moins d'argile libre. Le charbon moureux est tendre, friable et poussiéreux ; M. Stur, qui le croit étranger au Culm, au Trias et au Lias, le compare à la tourbe profonde de *Carex* qui, en Hongrie, est impure et ne prend pas de consistance ; il ressemble à du terreau ligneux et est pulvérulent comme la *terre d'Ombre* de Cologne, lorsqu'il est formé en partie notable de grains de bois pourri à demi carbonisé *(Russkohle)* ; mais très souvent on n'y distingue ni forme ni structure végétale. La *moure* est en somme une variété argileuse de charbon tendre, susceptible de passer à une glaise charbonneuse, comme par exemple l'anthracite de la couche du mur de Montigné (Sarthe) qui se laisse pétrir comme de l'argile ; en tendant au schiste très argileux, elle est aussi susceptible de passer au *charbon clapeux* (correspondant à la *Cherbenkohle* de la Saxe), qui se divise en écailles par des surfaces de glissement plus ou moins courbes ; l'*escaillage* et la *miache* sont des variétés de charbon clapeux, à éléments très menus.

On ne voit pas, au moins directement et à peu de distance, la moure se transformer en houille ordinaire non plus qu'en schiste ou gore, c'est donc une espèce de combustible à part.

Il existe encore une autre sorte de houille dont le gisement est accidentel, je veux dire la houille minéralisée par le carbonate de fer ; elle est compacte ou rubanée, semi-cristalline, rude au toucher. Sa formation est inséparable de celle de cette roche de précipitation chimique dans l'eau. Je la retiens pour en faire l'objet, en tête du 2^{e} chapitre, d'une étude d'autant plus importante que l'origine de cette substance minérale est de nature à éclaircir quelques unes des circonstances mystérieuses de formation de la houille aussi bien que du terrain houiller.

Qu'il me suffise d'ajouter ici, en préambule, que les différentes catégories de houille, composant séparément ou par leur alternance et leurs variantes les couches, forment très rarement un tout homogène : les couches de charbon se subdivisent, d'ordinaire, en bancs de 1 à 3 pieds d'épaisseur, et parfois ceux-ci se fractionnent en planches de 0^{m}05 à 0^{m}15, les différents lits étant séparés par des joints de stra-

tification argileux, appelés *colles* à Saint-Étienne, ou par des interpositions légères de moure, d'escaillage, ou de schistes charbonneux, ou encore par des entre-deux discontinus de schiste ou même de grès.

En outre des couches de houille ayant une certaine épaisseur, le terrain houiller renferme de nombreux bancs de charbon isolés, des *mises* ou *passées* perdues de 0^m10 à 0^m20, et des *filets* ou *layons* de 0^m01 à 0^m05, marquant la stratification.

Cela dit pour l'intelligence de ce texte, je vais examiner en premier lieu la répartition des lits de houille dans le terrain productif, avant de décrire leurs rapports de contact, d'association et d'alternance avec les roches et de montrer l'unité de formation qui relie les dépôts entre eux.

I.

Distribution générale, dans le terrain houiller productif, des couches, bancs, veines et filets de houille.

La présence du charbon constituant le principal attribut des terrains houillers productifs, sa distribution parmi les roches doit tout d'abord nous préoccuper.

Je prendrai mes premiers exemples dans le bassin de la Loire, et je prierai, une fois pour toutes, le lecteur de se reporter à l'ouvrage de M. Gruner (1) pour se représenter la position des lieux et des puits cités dans le cours de ce mémoire.

Répartition des couches de houille dans le bassin de la Loire.

La Pl. I, fig. 1, représente la série type des couches de houille, qui se superposent de la Chazotte à Méons et à Montieux. Dans cette coupe, j'ai mis en regard les uns des autres quelques faisceaux identiques ou parallèles, et figuré les bancs, veines et filets de charbon trouvés en nombre très variable entre les couches. Celles-ci se groupent, d'ailleurs, en faisceaux ou sont isolées, sans règle apparente.

Variations des faisceaux de couches.

On remarque, avant tout, par la comparaison des faisceaux correspondants CC'C'', DD', que la richesse houillère est répartie très irrégulièrement d'un point à un autre du bassin. Ainsi le faisceau des 9e à 12e s'enrichit à Roche-la-Molière et disparaît presque en entier au puits de l'Est, où ne figurent plus que la 12e (par 0^m50 de charbon passable et 0^m50 de charbon très cru) et un banc de charbon coupé de miache représentant la 11e ; tous les filets intermédiaires ont disparu, sauf un peu de schiste charbonneux entre les deux couches. L'appauvrissement du faisceau est encore plus complet au puits Saint-Hubert où, à la place, ne se trouve plus qu'une trace de miache. Les autres systèmes de couches éprouvent des modifications analogues ; ainsi les couches inférieures, qui forment une série très complexe à Saint-Chamond (fig. 1, D'), sont absentes ou très faiblement représentées du côté de la Porchère. J'ai parfaitement reconnu dans le Gard, au moyen des fossiles, que l'étage de Bessèges, moins les couches inférieures, n'est représenté, dans toute la partie

(1) *Bassin de la Loire*, 1882.

nord du bassin, que par des roches grossières avec quelques veines de houille insignifiantes.

Régions favorisées.

Il y a des régions, au contraire, qui sont tout particulièrement favorisées, comme celle de Beaubrun où toutes les couches sont bonnes et plus épaisses qu'ailleurs et où de simples filets, connus autre part, deviennent de véritables couches. Là, les lits de charbon intermédiaires sont à la fois plus nombreux et plus épais ; ainsi, entre la 7^{e} et 8^{e}, il y a à Beaubrun (fig. 3) de nombreuses veines de houille dont plusieurs sont exploitables, tandis qu'au puits de la Pompe (Treuil) il n'y a que 4 bancs de charbon représentés, au puits de la Manufacture, seulement par 2^{m}50 de schistes charbonneux et par un simple filet ; et, au puits des Flaches, l'intervalle qui sépare la 7^{e} de la 8^{e} est dépourvu de charbon, de même à la Barallière. Également, quoique dans un sens inverse, l'espace stérile, qui sépare au Cluzel la 7^{e} de la 8^{e}, admet vers Montsalson plusieurs petites couches de houille, en même temps que diminuent la proportion des grès et l'épaisseur du terrain.

Partout, les veines perdues varient d'un district à un autre, en nombre, épaisseur, composition et position ; c'est ainsi, par exemple, qu'entre la 13^{e} et la 14^{e} il y a, à Méons, 3 filets et bancs de houille au-dessous de la première, et, au puits Voron de la Chazotte, deux filets charbonneux au-dessus de la deuxième de ces couches.

La houille forme en certains endroits une proportion notable du terrain.

Par suite des variations qu'éprouvent les faisceaux de couches, la richesse houillère est très inégalement distribuée dans l'étendue de notre bassin. Presque nuls dans une grande partie du territoire de Saint-Jean-Bonnefonds, les bancs de houille forment à Montrambert le $\frac{1}{11}$ de l'épaisseur totale du terrain compris entre la couche du Littes et la 3^{e} brûlante (voir Pl. II, fig. 1). A Montceau-les-Mines, la richesse en houille du terrain exploré est de $\frac{1}{10}$. La richesse moyenne de nos bassins oscille autour de $\frac{1}{25}$; c'est celle des étages productifs pris isolément ; rapportée à toute l'épaisseur de la formation, elle serait beaucoup plus faible et descendrait à $\frac{1}{50}$, à cause des parties stériles.

Quoiqu'il en soit, la houille forme non seulement un grand nombre de lits distribués très irrégulièrement dans l'épaisseur du terrain houiller ; mais, dans certains cas, elle constitue une partie notable de son volume. Sa présence n'y est pas accidentelle ; mais, bien que les couches soient souvent très inégalement espacées, par leur grand nombre et leur union avec les roches, elles font partie intégrante de la formation sédimentaire et n'en sauraient être détachées qu'artificiellement.

Termes de liaison de la houille avec les autres roches.

Il y a, en effet, presque partout, quelques veines de charbon dans les bancs schisteux, où elles résultent parfois très nettement (exemple : Molières, Gard) de la condensation de la matière végétale répandue dans la roche encaissante (1). Le grès renferme aussi, non rarement, des veines de houille discontinues.

Schiste charbonneux.

Il existe, au reste, dans toutes les parties du bassin des bancs, ou assises de

(1) Grand'Eury, *Annales des mines*, 8^{e} série, I, pl. 1, fig. 9.

charbon cru et de schistes charbonneux, en nombre et quantité souvent supérieurs aux couches de houille exploitables. En divers endroits, la matière charbonneuse des couches est dispersée dans les schistes noirs, à l'état de filets de charbon pur, de schistes charbonneux et d'empreintes éparpillés, comme les 9e à 12e à la Terrasse (Pl. II, fig. 3). A Saint-Chamond, où le schiste charbonneux alterne un grand nombre de fois avec de la houille, celle-ci, mélangée de schistes, est moins séparée de lui que partout ailleurs

Il s'est pour ainsi dire constamment déposé de la matière charbonneuse.

Il semble, d'après tout ce qui ce précède, qu'il se soit déposé de la matière charbonneuse, presque constamment quelque part, avec ou sans limon, ce qui apparaîtrait avec plus d'évidence encore si, en regard des parties stériles, j'avais placé, dans les coupes fig. 1, Pl. I, les dépôts charbonneux qui leur correspondent stratigraphiquement d'après les fossiles. C'est donc à tort que l'on avait dit que les couches sont essentiellement peu nombreuses dans les bassins dits lacustres en comparaison des bassins dits marins ; elles sont seulement moins régulières, situées à des distances souvent fort grandes et de nature plus changeante ; et si quelques bassins, comme celui d'Épinac (Pl. III, fig. 2), ne possèdent qu'un faisceau charbonneux, cela n'implique pas un mode de formation particulier.

Il est impossible de séparer la formation de la houille de celle des roches qui lui sont interstratifiées.

Or, les couches de houille ont la constitution des bancs et veines de charbon isolés au milieu des roches, et qui paraissent bien s'être formés sous l'eau avec les schistes et grès. Il y a entre les lits de charbon et ces roches des rapports si étroits, verrons-nous plus loin, qu'il est impossible d'attribuer aux uns un mode de dépôt qui ne conviendrait pas aux autres. Si l'on jette, en effet, un coup d'œil sur les couches de la Porchère, fig. 2, Pl. I, et surtout sur celles de Portes (1), on est comme confondu de la répétition des évènements qui ont déterminé la formation de la houille ; et l'esprit se refuse à admettre que la dernière se soit formée, comme la tourbe, à fleur du sol, tandis que les roches associées sont nées sous l'eau courante, à une profondeur qui n'a pas pu être très faible, vu la régularité des couches schisteuses intercalées.

Examen comparé du terrain houiller du Nord de la France.

J'ai examiné attentivement la composition du terrain houiller, dit marin, du Nord de la France et fait à son sujet les observations suivantes qui concordent assez bien avec celles relatées ci-dessus, qui s'appliquent aux bassins de la Saxe et de la Bohême, et, en général, aux bassins circonscrits.

On sait que les couches de charbon sont, en Belgique et dans le Nord de la France, rapprochées et assez régulièrement espacées, — formant des séries nombreuses, trop connues pour être reproduites ici. Auprès des couches, existent souvent des passées qui les accompagnent, tantôt au toit, tantôt au mur, comme des satellites. Dans les intervalles qui séparent les couches, se présentent des passées et layons, tout comme à Saint-Étienne des veines et filets de houille. Je figure Pl. I,

(1) Grand'Eury, *Paléontologie stratigraphique du Bassin houiller du Gard.*

fig. 4 la coupe détaillée d'une tranche de terrain comprise entre les veines n^{os} 11 et 12 au nord de l'Escarpelle. Dans les zones dites pauvres, les couches de houille sont remplacées par des passées et layons. Les layons, à cause de leur faible épaisseur, n'ont pas en général autant de continuité que les passées, encore qu'on en ait signalé de très étendues, escortant les couches sur plusieurs kilomètres. Certaines couches exploitables à une fosse sont réduites à l'état de passées à une fosse voisine, et réciproquement. Les couches elles-mêmes sont en quelque façon composées de passées superposées, que séparent plus ou moins des sillons d'escaillage de dépôt évidemment sous-aqueux. D'ailleurs, beaucoup de lits de houille sont mélangés de schiste, et, bien que le charbon soit mieux séparé des roches que chez nous, il n'en paraît pas moins s'être déposé dans des conditions analogues, en dépit des apparences contraires, touchant l'*underclay* à *Stigmaria*. Le fait est que beaucoup de layons sont visiblement formés de Sigillaires, couchées à plat les unes sur les autres, et qu'à leur toit les passées et les couches sont de même composées de Sigillaires avec interposition de vase noire. Un plafond de couches stratifié par des Sigillaires et des Lépidodendrons est aussi de règle en Nouvelle-Écosse, en Haute-Silésie et dans la série du Gannister, où le charbon schisteux s'en montre tout formé. Or, ces empreintes, que j'ai suivies sur 10, 15 et même 20 mètres de longueur sans changement de largeur, sont vides et aplaties, sans feuilles et ont dû subir un long flottage avant d'échouer.

Richesse des terrains houillers dits marins.

Le nombre des lits de houille est presque partout important, en raison de l'épaisseur du terrain. On en compte 225 dans le bassin du Donetz, et à Sarrebruck 233 dont 88 de 2 à 4 mètres, formant une puissance totale de 127 mètres de charbon.

Mais, bien que nombreuses et rapprochées, les couches de houille ne forment pas une plus grande proportion du terrain productif que dans le Centre de la France. Ainsi à Bully-Grenay, il y a, sans compter les passées, 30 mètres de charbon sur 900 mètres de terrain. La proportion de $\frac{1}{30}$ se retrouve en Belgique, dans l'Yorkshire, et peut être considérée comme une bonne moyenne des *Middle coal-measures*; les *Upper* et *Lower Coal-measures* sont pauvres, de manière que la richesse du terrain houiller, pris en bloc, descend au-dessous de $\frac{1}{50}$; le Carbonifère inférieur est souvent stérile.

Dans les terrains houillers dits marins, la richesse n'est pas uniformément répartie, et, pour être peu variable, elle n'en diminue pas moins, d'une manière ou d'une autre, dans certaines directions, comme dans la Ruhr, à Dortmund, par un amincissement des couches de l'Est vers l'Ouest, comme en Pensylvanie où il y a beaucoup plus de charbon au Nord qu'au Sud, etc..

Culm dans l'Oural, le Roannais et la Basse-Loire.

Dans l'Oural central, la richesse du Culm est très différente d'une région à l'autre; il ne se trouve des couches nombreuses et régulières qu'à Kizell; dans le Sud, où les grès dominent, je n'ai vu que quelques mines irrégulières. En somme, dans ce pays, le charbon n'est pas, toute proportion gardée, mieux réparti que

dans le Roannais (1). Dans la Basse-Loire (Pl. II, fig. 2), les couches de la même époque paraissent pouvoir résulter du rapprochement et de la juxtaposition des nombreuses veines d'anthracite qui courent entre les strates.

Pauvreté en houille du terrain permien.

Le terrain permien est presque partout très pauvre en houille et celle qu'il renferme dans les séries de schistes bitumineux, participe, du moins à Autun, de leur nature fissile; elle en a, de plus, les cendres et, à Bert, les écailles de Poissons; les schistes bitumineux reproduisent d'ailleurs jusqu'aux accidents de dépôt des couches de houille, et bien qu'on ne les ait pas surpris passant de l'une à l'autre, on ne peut douter que ces deux roches carbonées ne se soient déposées en eaux profondes ou tranquilles, comme le Bog-head d'Écosse, contemporain du Culm.

La distribution de la houille n'est pas indépendante des roches.

II.

Horizons charbonneux. — Puissance, extension, continuité et persistance des couches de houille.

Horizons charbonneux.

De ce que le charbon est si répandu dans le terrain carbonifère, il n'en est pas moins quelquefois tout particulièrement concentré dans certains horizons, au niveau géologique desquels on peut espérer trouver de grandes masses de houille. A ces horizons, concorde un ensemble de caractères sur lesquels nous aurons à revenir.

Parmi les horizons charbonneux de la Loire, nous signalerons ceux de la 3e, de la 8e, de la 13e et de la 15e.

Dans ces horizons, les couches sont irrégulières, mais susceptibles de prendre d'énormes épaisseurs : la 3e a 50 mètres en amont pendage au Sud de la Béraudière ; la 13e forme une lentille de 24 mètres à Villebœuf; la 15e a 28 mètres au puits Mars ; la 8e, 14 mètres à Bichizieux; etc..

A Decazeville, la couche de la mine Bouran mesure 60 mètres d'épaisseur.

Dans d'autres pays, les horizons charbonneux sont non moins remarquables par l'étendue que par la puissance des couches ; sans parler pour le moment du Pittsburg-coal, la couche d'anthracite dite « Mammouth » a dans quelques places 60 pieds anglais d'épaisseur; le « Main-Albion-coal » de Pictou 13 mètres en moyenne ; la couche de Dombrowa au moins 12 mètres.

Couches des bassins limniques et paraliques

Ce qui distingue les couches du Centre de la France, comme du reste toutes celles des bassins dits lacustres, c'est leur défaut de continuité heureusement compensé par une plus grande épaisseur de charbon ; nous examinerons plus loin les variations de toute espèce qu'elles subissent fréquemment.

Dans le Nord de la France, au contraire, les couches s'étendent sans variation

(1) Gruner, *Description géol. du départ. de la Loire,* 1857, pp. 299, 357, 361, etc..

d'épaisseur, les plus minces comme les plus épaisses, en général, sur de très grandes surfaces.

Dans le Lancashire, elles ont, à Hyde, par exemple, avec une épaisseur double, non moins de continuité entre des roches fines aussi persistantes. Dans la série du Gannister, les couches minces, recouvertes de schiste noir avec coquilles marines près de Wigan, sont encore plus constantes, notamment du côté de Shaw.

Encore que les couches les plus suivies soient mieux stratifiées que les autres, la considération de leur grande extension dans les bassins houillers dits marins, jointe à celle d'un mur entrelacé de *Stigmaria* et d'un toit de cuérelles, séduisent en faveur d'une formation sur place, d'autant plus qu'avec cela la houille est souvent très pure (1,60 p. °/₀ de cendres dans certains anthracites du Donetz), mais non constamment (20 à 25 p. °/₀ de cendres dans la houille de même âge de Lounia, Oural).

Continuité des couches.

Les cas les plus remarquables de continuité des couches se rencontrent aux États-Unis, d'après la description suivante que m'en a faite M. Léo Lesquereux, à l'appui de son opinion qui est, plus en apparence qu'en réalité, opposée à la mienne.

Pittsburg-coal.

La couche qu'il m'a dépeinte de préférence et à laquelle nulle autre n'est certainement comparable par la qualité et la puissance réunies, est le *Pittsburg-coal* de 5 à 8 pieds d'épaisseur (8 à 14 pieds dans quelques régions de l'Ohio). Cette couche, non divisée en bancs et formant une seule masse, dit M. Lesquereux, occupe d'immenses surfaces : en remontant le Monogahel-river, on la suit jusqu'aux confins de la Virginie (à 40 milles (1) de distance); à l'Ouest, jusqu'à Wheelen (50 milles); au S.-O., jusqu'à Newberville (35 milles); à l'Est de Pittsburg jusqu'à Johnstown (60 milles) où commmencent les pentes des Alleghanys; traversant l'Ohio, le Pittsburg-coal se retrouve à un niveau moins élevé le long de cette rivière, dans 4 ou 5 districts répartis sur une surface de 40 milles carrés, et dans tout le nord de la Virginie. Pour tout dire, en un mot, cette couche incomparable recouvre une surface de 50 milles sur 50 milles et cube à elle seule plus de 10,000,000,000 de tonnes, autant que tout le bassin de Newcastle.

Comme autre lit de houille d'une vaste étendue, M. Lesquereux me signale, à la base du terrain houiller, une couche occupant notamment le fond du bassin de l'Illinois (qui couvre une surface de 35 milles carrés) et située au niveau du sol dans plusieurs parties du contour de ce bassin. Il est à remarquer qu'à l'Ouest des Alleghanys, qui portent la formation houillère à leur sommet, les couches sont presque horizontales, affectées seulement d'ondulations d'autant plus affaiblies qu'on s'éloigne de cette chaîne montagneuse.

Explication de M. Lesquereux.

M. Lesquereux ayant constamment eu sous les yeux, pour ses recherches géologiques, des bassins aussi vastes et rattachés les uns aux autres que le montre la

(1) On sait que le mille américain vaut à peu près 1610 mètres.

carte géologique des États-Unis publiée récemment par le Geological Survey, ne peut naturellement concevoir le transport, comme moyen de formation des couches de houille. D'ailleurs, ajoute-t-il, les bassins houillers américains ne sont pas circonscrits et relevés sur le bord à pente plus ou moins forte ; les lits de charbons sont continus, sauf lorsqu'ils sont coupés près du sol par des érosions ; les intervalles stériles sont rares et d'aussi peu d'étendue que les accidents du sol séparant les tourbières des vallées ou plaines. Il y a bien aussi des bassins houillers limités, mais ils ont été portés par soulèvement au-dessus de la ligne horizontale des grands dépôts ; ils sont concaves, enfoncés au centre, ressemblant à des lambeaux détachés, préservés ainsi de la destruction. Les petits bassins exploités par la famille de notre collègue, M. Newberry, dans l'Ohio, résultent, d'ailleurs, suivant ce dernier, de l'envasement d'une série de marais ayant occupé les dépressions locales d'une vallée ; la couche exploitée, de 6 pieds dans le centre où le charbon contient 2 p. °/₀ de cendres, se relève au bord à 30 et 40 pieds seulement au-dessus du fond, très amincie et divisée en minces filets (*feather edge*). La houille de Cannelton se présente de même; elle s'enfonce sous un lac où peut-être même l'eau recouvre le charbon.

Devant cet ensemble de faits, à la vérité assez différent de ce qui se présente en Europe, sauf en Haute-Silésie, M. Lesquereux se figure la formation houillère comme s'étant produite dans des marécages, tels qu'il en existe encore au milieu des forêts vierges américaines, entourés de grands arbres, occupés vers la périphérie d'herbes demi-aquatiques et recouverts de plantes nageantes ; au bord où l'humidité est rarement constante, les arbres transformés en terreau donnent naissance à de simples filets charbonneux. Qu'une invasion de limon vienne à se produire, et l'on aura, dit-il, une formation de houille comme les dernières signalées par lui.

Observations tirées de la constitution du terrain.

Cependant le terrain de Pittsburg est de ceux qui sont empreints à un haut degré du caractère de dépôt sous l'eau, car, au dire de M. Lesley, géologue de l'État de Pensylvanie (1), entre les couches de houille existent de puissantes assises de calcaire marin, principalement dans les *Upper productif coal-measures,* dont il forme le quart du volume ; M. White ajoute même que le calcaire est plus ou moins subordonné aux lits de houille, ce qui a fait penser et dire depuis longtemps à H. Rogers et Binney que, par son extension, par sa composition et par ses restes organiques, l'immense bassin des Apalaches a exigé pour sa formation un océan particulier à l'abri des agitations de la mer. Dans le bassin de Newcastle, on signale aussi, au fond, des couches de houille subordonnées au calcaire marin qui les recouvre. Nous reviendrons là-dessus (2).

A première vue, il semble bien difficile d'admettre que, dans ces divers cas, la

(1) *The geology of the Pittsburg-coal-region,* 1886.

(2) Voir plus loin : Mur et toit des couches de houille.

nature a porté le fond de dépôt alternativement à une assez grande profondeur pour la formation du calcaire et l'a tout juste relevé à fleur d'eau pour la houille.

Transaction entre les deux théories de la formation de la houille.

Sans égard aux circonstances de gisement, M. Lesquereux, forcé d'admettre en principe que l'excessive humidité de l'air a pu préserver les végétaux des marais de la destruction, en dépit d'un climat torride qui aujourd'hui empêche absolument la formation de la tourbe dans les contrées chaudes les plus humides, M. Lesquereux, dis-je, penche cependant pour une formation analogue à celle de la tourbe sous-aquatique, mais nie le transport.

Sans cela, nos manières de voir ne différeraient donc pas totalement, puisque je considère la houille, enfouie et ainsi préservée, comme s'étant formée à la façon de la tourbe des marais profonds, à la différence des temps près, par le transport des débris de végétaux morts des forêts environnantes, attirés qu'ils étaient, verrons-nous, à l'époque houillère, par des enfoncements du sol. Je suis plus éloigné de la manière de voir de Gœppert (1) qui, tout en concédant qu'il n'a pas rencontré dans la tourbe la structure feuilletée caractéristique de la houille, admet néanmoins la formation sur place, et suppose, en dernière analyse, que les Sigillaires et les Lépidodendrons, qui croissaient au bord des plaines marécageuses, comme aujourd'hui les Conifères et les Cupulifères, étaient entassés et enveloppés, à chaque inondation, dans la tourbe en formation.

Couche de Dombrowa.

La couche de Dombrowa, qui résume en Pologne le grand horizon charbonneux de la Haute-Silésie, est, entre toutes, celle qui paraît le mieux réaliser l'hypothèse de M. Gœppert. Elle a été par moi l'objet d'une étude attentive (voir Pl. II, fig. 4). Elle est formée de *Stigmaria* et d'une mixture végétale visiblement remaniée et stratifiée par des écorces, et l'on remarque que les Stigmariées formant tout ou partie des veines *a*, *b*, *c*, ont poussé sur place dans la vase charbonneuse. Mais

Présence des *Stigmaria* dans la houille.

elles se sont développées de la même manière dans toutes les roches de la Haute-Silésie qu'elles tracent dans tous les sens, et l'on ne peut pas prétendre que cette houille s'est formée au ras des eaux plus que les schistes. La couche de Dombrowa qui paraît, à cause des *Stigmaria*, avoir un caractère de formation tourbeuse, se trouve ainsi être née sous l'eau, tout comme les roches encaissantes, et peut-être même sous une eau profonde, car on ne trouve dans ces roches aucune souche ayant appartenu à quelque plante aérienne.

Houille de *Stigmaria* formée sur place, mais dans l'eau profonde.

Les Stigmariées sont, en effet, — et je suis heureux de me rencontrer sur ce point avec M. Lesquereux, — des rhizomes aquatiques, nageants et flottants, susceptibles de jouer le rôle de racines en certaines circonstances. Ces plantes, qui ne sont rien moins que des coureuses de gazon, ont bien pu former, à elles seules, quelques lits de houille. Dans ce cas, l'on pourrait dire que ces lits sont formés sur place quoique d'une manière absolument différente de la tourbe.

(1) *Abhandlung der Steinkohlen*, p. 143.

Rôle subordonné des *Stigmaria*.

Cependant j'ai toujours constaté, même en Haute-Silésie où les *Stigmaria*, que Gœppert a cru propres à la formation de la tourbe, ont joué un rôle très actif, qu'ils sont dans la houille subordonnés aux autres débris végétaux transportés. En Westphalie, par exemple, ils gisent en petit nombre dans la houille stratifiée, entre des Sigillaires et des Lépidodendrons disposés parallèlement à plat, et, dans l'Oural, où ces rhizomes sont des plus communs, dans un terrain qui mériterait plus que tout autre l'épithète de marin, si tant est qu'il la justifiât, ils ne forment qu'un petit appoint de la masse du charbon.

Les Stigmariées, débutant dans le Dévonien et disparaissant dans le Permien, encombrent toutes les roches (argiles, schistes et grès) du terrain houiller moyen jusqu'au milieu des assises de calcaire du cap Breton ; mais exclusivement limitées à la formation carbonifère, elles ne peuvent même prétendre au titre de générateur de la houille, car elles sont absentes à Stradonitz, et la plupart des couches en sont dépourvues dans le centre de la France.

Elles imposent, dans tous les cas, par leurs mœurs aquatiques, un mode de formation sous l'eau aux combustibles fossiles des premières périodes.

Altération des couches à proximité des bords du dépôt.

Par cela même que les couches de houille se sont formées sous l'eau, elles doivent présenter des différences vers les bords des bassins de dépôts, et n'y pas exclure absolument l'accumulation des végétaux sur place.

C'est ce que je crois avoir observé sur plusieurs affleurements de couche où la végétation a laissé des vestiges de son développement entre les veines de houille.

Formation mixte.

Ainsi dans l'affleurement que je représente Pl. II, fig. 5 comme appartenant à la 14e au Cros, le charbon est éparpillé en plusieurs veines, et l'on voit, spécialement dans l'entre-deux *b*, un entrelacement de racines, de souches en place et de tiges couchées dans le sens évident du courant d'eau qui emportait les débris de plantes vers le S.-E. dans les dépressions où s'est formée ladite couche ; il y a mélange d'empreintes transportées avec les tiges renversées sur place ; et ce qui est de nature à faire penser que cet affleurement s'est trouvé au bord d'un bassin géogénique, c'est qu'il renferme des sillons de terreau qui paraissent avoir subi, après dépôt, l'influence des agents atmosphériques.

Elle n'a rien d'analogue avec la tourbe de Sphaignes.

Mais là où se présente une formation mixte, la partie sédimentée du charbon seule forme de la vraie houille ; l'autre est terreuse, les végétaux houillers n'ayant pu croître que fixés au sol et non, comme les Sphaignes, dans l'eau claire, les uns sur les autres, comme cela eût été absolument nécessaire pour la formation sur place de la houille pure. C'est à peine si j'ai pu distinguer quelques radicelles en dedans du charbon cru de la couche des Rochettes à la Sainte-Chapelle (Pl. II, fig. 6), dans un affleurement qui annonce la proximité d'un bord de dépôt.

Galets de roches cristallines trouvées inclus dans la houille.

Je ne quitterai pas la discussion, qu'il importe de vider pour les développements qui vont suivre, sans chercher à interpréter un fait très remarquable que vient de

mettre en lumière M. Stur (1). Ce fait me paraît impliquer, contrairement à l'opinion de ce dernier, un dépôt de la houille sous l'eau; car je ne puis admettre que les pierres sporadiques qu'on y a trouvées dans un grand nombre de pays, dont quelques-unes sont très lourdes (55 kilogr.) et dans lesquelles on a reconnu du granite, du porphyre, du gneiss, du hornstein, etc., résultent, comme les nodules de carbonate de fer, d'une concentration minérale après coup, ou soient des pseudomorphes de pareils nodules. M. Stur se fonde en partie, pour le prouver, sur la croûte charbonneuse qui les recouvre comme les nodules de fer lithoïde de la houille.

D'après les fragments de granite et de gneiss que j'ai vus enchâssés dans la houille de Commentry et de la couche du Ban à Firminy, je crois être en droit de pouvoir affirmer que ce sont de vrais cailloux de roches cristallines plus ou moins roulés dont la présence dans le charbon des terrains houillers dits marins ne s'explique que par un transport lointain sur radeau. On ne voit pas qu'ils aient pu être apportés dans nos bassins circonscrits par des cours d'eau impétueux temporaires, le charbon n'ayant pas été raviné et aucune traînée de galets n'en marquant le passage ; les blocs et galets en question sont d'ailleurs absolument rares ; on n'est pas parvenu à en trouver un second à Saint-Étienne.

Ils impliquent pour la houille, comme pour les schistes, un dépôt sous l'eau.

La présence dans la houille de roches étrangères à sa formation oblige à repousser, comme inadmissible, le mode par voie de tourbage, car je ne suppose pas qu'on sera tenté de suivre M. Binney (2) qui, sous l'empire de cette idée, a été entraîné à émettre l'avis que les quartzites arrondis du poids de quelques livres, trouvés dans la houille du Lancashire, au milieu d'un terrain houiller dont les éléments les plus volumineux ne dépassent pas la grosseur d'un pois, sont des météorites, dont ils n'ont aucunement les apparences.

Des cailloux pareils à ceux découverts dans la houille ont été rencontrés au toit des couches de la Haute-Silésie, dans du schiste argileux (3), et M. le Dr Weiss est parvenu à prouver que ces galets de granulite proviennent de la Bohême et ont dû être transportés par des corps flottants, de plus de 200 kilomètres (*loc. cit.*, p. 256). Des galets de roches primitives ont aussi été trouvés dans le stipite rhétien du Banat.

C'est un fait accidentel qui paraît pouvoir se présenter dans tous les terrains où ont échoué de grands débris de plantes.

Au reste, la continuité des couches de houille est en rapport avec la ténuité, la légèreté et la forme des matériaux qui les ont formées.

Mes démonstrations ne seraient pas complètes si je laissais subsister, tout au moins sans l'affaiblir, l'argument tiré de la continuité des couches en faveur de leur formation sur place.

(1) *Ueber die in flötzen reiner Steinkohlen enthalten Stein-rundmassen und torf-sphärosiderite*, 1885.

(2) *Memoirs of the literary and philosophical Society of Manchester*. 2e série, t. IX, 146.

(3) *Jahrbuch d. königl. preuss. geolog. Landesanstalt*. 1885, p. 250.

On sait que le schiste se présente en couches incomparablement plus suivies que le grès, et l'on comprend que le limon, amené en suspension dans l'eau, puisse s'être déposé sur de vastes surfaces.

Or, j'ai parfaitement constaté à Saint-Étienne, comme du reste M. J. Beete Jukes dans plusieurs districts anglais, que le charbon forme un dépôt plus constant en épaisseur et extension, qualités et caractères pétrologiques, qu'aucune autre roche sus ou sous-jacente (1).

Cette continuité des couches de houille est la conséquence toute naturelle de la légèreté des matières végétales ulmiques et autres qui ont flotté dans l'eau plus longtemps que le limon, et de la forme plate des empreintes.

Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que dans le Nord de la France, où la grande extension et la fréquence des schistes fins feuilletés dénotent un régime d'eau favorable à des dépôts réguliers, les couches de houille se poursuivent sur de grandes étendues, moins vastes encore que certains bancs de lignite gisant entre les marnes et surtout que ces dernières dans les formations de calcaire.

III.

Subdivisions, ramifications et conjonctions des couches de houille.

Composition des couches de houille.

Les couches de houille ne sont presque jamais simples : les plus petites (en Belgique), comme les plus grandes (à Saint-Étienne), sont souvent accompagnées de satellites ; de plus, les plus compactes, même les couches en amas comme celle de la Barge (Loire), les plus minces dans le Nord comme les plus puissantes dans le Centre de la France, sont divisées en bancs plus ou moins nombreux, par des joints argileux, des sillons de moure ou d'escaillage, des schistes charbonneux interstratifiés, ou même des bandes de grès, dénotant un envahissement périodique des aires de dépôt de la houille par des eaux troubles. Ce fait est général, ainsi qu'en témoignent les coupes données dans une multitude d'ouvrages descriptifs. Dans le Centre de la France, en Saxe et en Bohême, les bancs des couches sont séparés par des nerfs très variables en nombre et épaisseur d'un point à un autre, et il se développe souvent des masses de rocher considérables correspondant aux joints du charbon. Dans le pays de Galles et à Pittsburg, notamment, les couches sont partagées par des lits minces d'argile schisteuse (Clay-partings) à *Stigmaria*, répétés jusque 5 à 6 fois dans la même couche. Dans le Roannais et dans l'Oural, il y a des bancs de Kieselschiefer entre les bancs de houille.

(1) A Molières (Gard), dans un terrain houiller ordinaire, les couches de houille ont une régularité telle qu'avec une épaisseur de 0^m35 à 0^m50, elles sont le siège d'une exploitation annuelle de 200,000 tonnes.

Les couches de houille sont des collectivités.

Une indépendance, souvent très marquée, se manifeste ainsi entre les bancs de la houille qui sont parfois de nature différente et auxquels les mineurs donnent des noms particuliers, en sorte qu'une couche de houille est une collectivité.

A Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône), la principale couche fournit 6 qualités de charbon à usages différents. Le Thick-coal, dont nous parlerons plus bas, d'une épaisseur de plus de 10 mètres, est composé de 10 à 14 bancs ayant des caractères très distinctifs les uns des autres. A Nicolaï, près des Karpathes, les bancs de charbon, formant les couches, sont gras ou maigres, font ou non du coke, donnent peu ou beaucoup de gros. Si les couches rapprochées de la Montagne Sainte-Barbe (Gard) arrivaient à se toucher, leur réunion formerait une couche complexe à charbon gras entre charbon assez maigre. Des deux parties formant la grande couche de Rive-de-Gier (Pl. IV), le Maréchal et le Raffaud, cette dernière est plus dure et oxygénée que l'autre. La couche de Montrambert et l'amas de Bézenet présentent dans leur intérieur : la première, un banc de cannel-coal; la deuxième, une lentille de Splint-coal, etc.

Division des couches

Les couches de Portes (Gard) se décomposent, vers le Nord, en bancs nombreux (la couche Sainte-Augustine en 11 bancs sans compter les filets). A Niederwürchnitz, M. Geinitz signale (1) une couche qui se divise en lanières nombreuses et divergentes. La couche de Bézenet (Pl. III, fig. 1) présente d'une manière remarquable ce mode de décomposition. A Blanzy, une couche forme tout à coup un faisceau de bancs augmentant en nombre tout en diminuant d'épaisseur, ce que nous verrons, dans la section suivante, être le signe avant-coureur de la schistification.

Dispersion des couches.

A Ronchamp, les couches se subdivisent à l'infini vers l'Ouest et y deviennent inexploitables. Ainsi la couche inférieure (Pl. III, fig. 3), simple à l'Est, est partagée en 3 bancs vers le centre, et à l'Ouest, au travers-bancs Sainte-Marie, entre le mur et le toit de cette couche, on a recoupé, à sa place, un grand nombre de veines de houille et de schiste; la somme de charbon est ici à peu près la même qu'au centre, mais les explorations, poussées plus à l'Ouest, ont appris que les parties charbonneuses diminuent et se dispersent dans une épaisseur croissante de terrain devenant de plus en plus grossier ; d'où suit un appauvrissement graduel des couches que l'on suppose devoir se réduire finalement à des schistes à empreintes. Par contre, du côté de l'Est, les 3 couches se rapprochent, se rejoignent et reposent presque sur les schistes de transition, en même temps que le terrain houiller se réduit de 120 à 50 mètres d'épaisseur.

Sans offrir un aussi bel exemple de dispersion, les 14^{e} et 15^{e} couches, à la Chazotte (Pl. IV), par des subdivisions successives et l'écartement des parties, se comportent à peu près comme celles de Ronchamp.

A Épinac (Pl. III, fig. 2, 2' et 2''), le gisement charbonneux se compose de

(1) *Geogn. darstellung d. Steinkohlenformation in Sachsen.* Pl. VII, fig. 4.

3 parties qui se confondent, presque aux affleurements, en une seule et grande couche. Ces trois parties, que séparent en profondeur des entre-deux d'épaisseur variable de 8 à 10 mètres en moyenne et qu'influencent ou suppriment même parfois complètement certaines bosses du mur, se subdivisent, en outre, en se mélangeant de nerfs de schiste ou barres de grès qui altèrent sensiblement la qualité moyenne du charbon.

Conjonction des couches de houille.

On sait que près de Pottsville 7 couches d'anthracite, reposant sur des sols à *Stigmaria* et séparées par des poudingues et des schistes, se réunissent graduellement en une seule couche par l'atténuation et la disparition complète des entre-deux. La plus belle conjonction de couches que je connaisse est celle du Thick-coal (1) résultant de la réunion d'au moins 9 couches. A Pictou (Canada), il y a peu de grandes couches de houille rapprochées, correspondant à la longue série des minces couches de Joggins, réparties dans une beaucoup plus grande épaisseur de terrain (2).

Si, comme je le pense, d'après les fossiles, la 8e rejoint la 9e ou prend sa place à la Malafolie, le bassin de la Loire présente au plus haut degré le phénomène de concentration charbonneuse à Firminy, où se trouvent presque réunies à l'affleurement les 8e, 9e, 10e, 11e et 12e; ces 5 couches n'en forment que 2 à la Pêchoire ; plus au Nord, la grande couche de Latour se divise en deux. Au même endroit où le bassin stéphanois est réduit à la moitié de son épaisseur normale (voir Pl. I, fig. 1 B), la couche du Breuil résume le système moyen jusqu'à la couche des Littes comprise, d'après les fossiles (voir aussi le croquis n° 41).

En même temps que se rapprochent les couches par la diminution des intervalles, les filets de schiste contenus dans le charbon s'évanouissent également. C'est la contre-partie de l'altération par subdivisions successives des couches, les deux phénomènes se rapportant au même ordre de faits.

Ce n'est pas seulement du côté de Firminy que se rejoignent les couches du système moyen, car, à part la vraie 7e ou la 7e *bis* qui conserve une indépendance marquée, les autres couches, par suite principalement de l'amincissement des massifs de grès qui séparent la 5e de la 4e et la 2e de la 3e, sont susceptibles de se réunir à la 3e, principalement à Côte-Thiollière où il n'y a qu'un affleurement charbonneux pour tout le groupe, et au Sud du Treuil où les 2e et 4e semblent être de simples dépendances de la 3e. A la Barallière, les 1re, 2e, 3e 4e et 5e sont très rapprochées : tantôt les 1re et 2e touchent la 3e, tantôt ce sont les 4e et 5e entre lesquelles n'existent que quelques témoins lenticulaires du grès qui sépare ordinairement ces couches. A Beaubrun, les 5e et les 6e sont si rapprochées qu'on les prendrait pour deux bancs d'une même couche. Les 5e, 6e et 7e se réunissent aussi au Nord du Quartier-Gaillard.

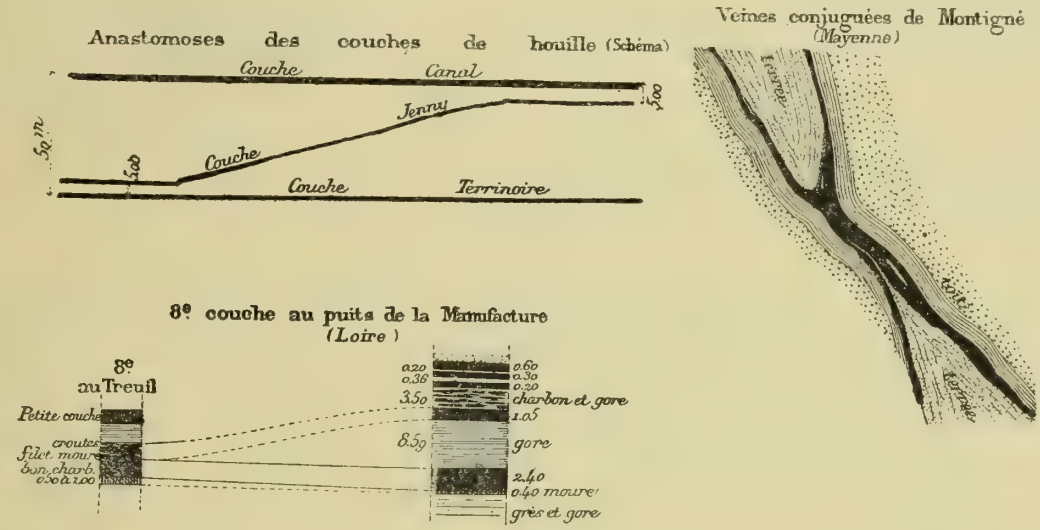
(1) The Staffordshire Coal-field, par M. J. Beete Jukes, p. 18 et 25.
(2) Dawson, *Acadian geology*, p. 318.

Le bois d'Avaize présente également des réunions de couches en profondeur et au Sud, notamment des 7e, 8e et 9e, et aussi, paraît-il, des couches supérieures.

Anastomoses des couches.

Au toit de la Grille Nord (Pl. VI, coupe $x\ y$) se détache un banc de charbon de 0^m50 qui, en divergeant, arrive à se rapprocher jusqu'à 10 mètres du Péron, de manière à occuper la place de la petite couche César. A Montrambert (Pl. II, fig. 1), le banc supérieur de la 3e brûlante se rapproche, en aval pendage, de la 2e de manière à en paraître un satellite. A Portes (voir la figure 1) la couche Jenny relie,

Figure 1.



presque par anastomose, les couches parallèles Canal et Terrenoire. La coupe de la 8e, au puits de la Manufacture (figure n° 1), effectue l'anastomose de la couche supérieure avec la couche principale par un banc qui se détachant de celle-ci rejoint celle-là.

Le dépôt inégal du grès est la cause principale de l'écart variable des couches de houille.

Dans les différents cas qui précèdent, et celui de Montigné (figure n° 1), l'éloignement et le rapprochement des couches sont dûs au dépôt inégal des roches, et non à des affaissements partiels, comme sont forcés de le supposer les partisans de la formation de la houille sur place; c'est principalement par les massifs de grès cunéiformes que varient les intervalles des couches, comme le montrent (Pl. I, fig. 3) les coupes des puits de la Culatte et de Châtelus situés dans le centre du bassin. C'est aussi de la même manière que s'explique l'anastomose offerte par le *Thick-coal* (*loc. c.* p. 39) et qui est due à deux coins de grès opposés par les pointes et séparés par la couche de houille oblique *Flying-reed*.

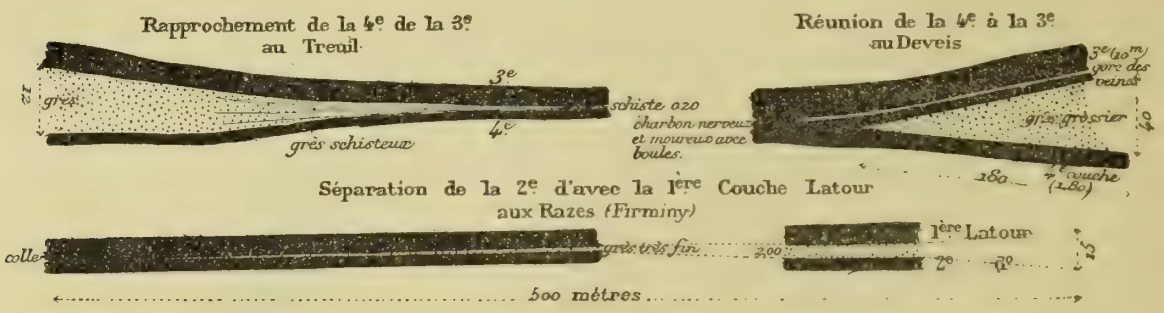
Le rapprochement et l'éloignement alternatifs, combinés aux divisions et conjonctions des couches de houille, caractérisent les systèmes charbonneux des 5e, 6e et 7e

à la roche du Geai, des branches de la 13e au Montcel et à Chanay et des composantes de la couche des Rochettes à la Béraudière.

Dédoublement des couches de houille.

Le dédoublement des couches est un phénomène fréquent et inverse de la réunion de deux couches distinctes en une seule. Tantôt il est prompt, tantôt il est lent à se produire, suivant le grain de la roche interposée. A Beaubrun (figure 2) les 3e et

Figure 2.



4e s'éloignent rapidement, à partir d'une ligne N.-S., par la formation d'un coin de grès grossier, et les mêmes couches, à peu près réunies au Gagne-Petit, sont séparées à Bérard par un massif de grès de 10 à 30 mètres d'épaisseur. La 2e, qui touche la 3e à Berthéas, en est éloignée de 80 mètres à Rochefort. La 2e Latour rejoint la 1re, au Sud-Ouest, où les deux couches ne sont plus séparées que par une colle; au Nord, il se développe entre elles deux, très lentement, un banc de grès fin (fig. 2). Dans le champ d'exploitation du Treuil les 10e et 11e se soudent de manière à ne former qu'une seule couche.

Inversement, la 8e à Beaubrun se partage, par places, en deux parties qui s'éloignent graduellement jusqu'à 50 mètres l'une et l'autre.

Le dédoublement est le moyen par lequel les couches de Sarrebruck augmentent en nombre de l'Ouest vers l'Est, et celles du Staffordshire vers le Nord-Est. Dans le Nord de la France, la veine Beaumont de Courrières se divise en deux couches espacées de 7 à 8 mètres à Lens, et la veine n° 3 de l'Escarpelle en forme deux à Aniche.

Le moindre apport de sédiments un peu grossiers pendant la formation d'une couche, l'a divisée en deux, du côté d'où venait le courant.

Ramification des couches.

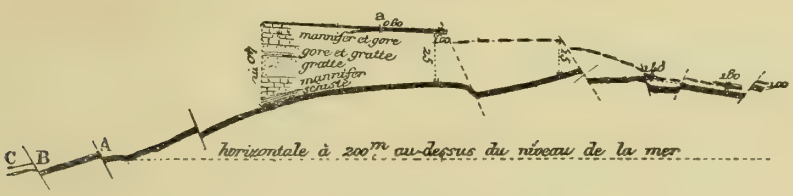
Lorsque cela s'est renouvelé plusieurs fois dans les mêmes conditions, pendant le dépôt de la houille, il en est résulté une ramification, comme celles de la couche de Commentry (Pl. II, fig. 7), dont les branches s'amincissent, deviennent schisteuses, quelques-unes passant même au schiste, d'après des renseignements que m'a fournis M. Fayol, il y a environ 8 ans; les bancs inférieurs, en se détachant successivement de la couche principale, donnent lieu à des couches distinctes qui s'éloignent.

L'amas de Bézenet (Pl. III, fig. 1) se ramifie aussi à l'Est en passant au schiste; il est représenté à Montvicq par 3 à 4 couches en lentilles. Il en est de même des couches d'Arrest (bassin de Brassac), qui se fondent dans l'amas principal de la Taupe qui les représente au Nord.

Lorsque la ramification, ou l'espacement des branches d'une couche, est accompagné d'un changement dans la nature des roches, c'est un mauvais signe de dégénérescence par voie de schistification. Tel est le cas de la 8e au puits Jabin, dans la région de la Richelandière (figure 3) :

Figure 3.

Coupe de la 8e couche au puits Jabin.



Échelle des longueurs, 1/80.000.

Là, la petite couche s'éloigne de la grande à partir d'une ligne E.-O., jusqu'à 40 mètres de distance, en s'amincissant et devenant schisteuse; la divergence est ouverte du côté Sud, d'où est venu un courant de roches micacées, en sens inverse du courant de roches quartzo-feldspathiques qui a, au contraire, écarté, du côté Nord, les 1re et 4e de la 3e, au Treuil.

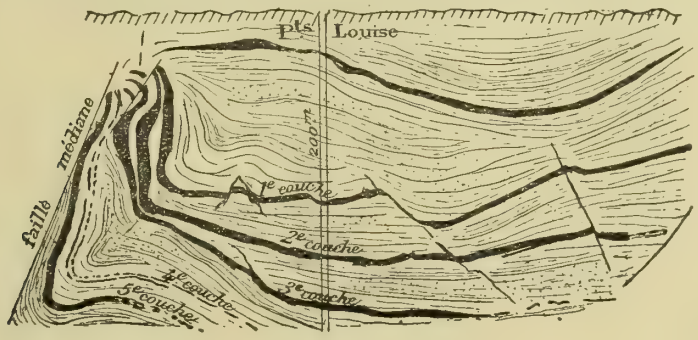
Divergences des couches.

Ces cas d'éloignement des couches sont ainsi en rapport direct avec le régime même de la sédimentation.

Mais lorsque les couches divergent considérablement, surtout s'il y a des arbres debout dans les massifs séparatifs, force est d'admettre que des mouvements de terrain ont contribué à leur écartement rapide et progressif.

Figure 4.

Faisceau de couches en éventail de Longpendu.



A Longpendu (Saône-et-Loire), les couches, relevées contre la faille séparant ce district de celui de Montchanin, se rapprochent, se renflent et même quelques-unes se réunissent tout près de cette faille; en s'en éloignant, elles divergent au contraire beaucoup, s'amincissent et deviennent inexploitables à l'exception de la couche supérieure; dans ce cas, il est difficile d'admettre que la divergence des couches soit un simple effet de dépôt.

Nous verrons, dans le 3e chapitre, qu'on ne peut séparer le rapprochement et la conjonction des couches au bord d'un bassin, comme ceux signalés plus haut du côté de Firminy, des mouvements d'encaissement qui se sont produits lors de la formation houillère.

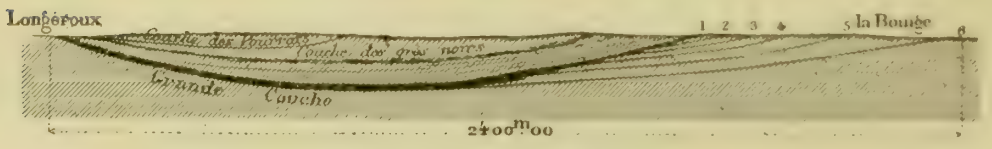
C'est sans doute à un mouvement de cette espèce qu'est attribuable le dédoublement de la couche de Montigné (Mayenne), en deux bancs qui s'éloignent démesurément vers l'Est, s'écartant comme les côtés d'un angle ouvert de 30 à 40°, si bien qu'à 1800 mètres de là, à l'Huisserie, le coin séparatif de grès, qui à l'origine n'a que quelques centimètres, arrive à avoir une épaisseur horizontale de 600 mètres, les bancs assez inclinés étant biais sur la couche.

Un temps considérable a pu s'écouler entre la formation de deux bancs de houille consécutifs.

J'arrêterai là ces descriptions; elles établissent, je crois, péremptoirement qu'un temps de repos s'est écoulé entre la formation de deux bancs de houille superposés, et que ce temps a pu être considérable et voir se déposer des entre-deux puissants et complexes, de sorte qu'à une couche il peut correspondre tout un faisceau (par exemple à la grande couche Malafolie 200 mètres de terrain à Roche-la-Molière), ou même toute une aile de bassin houiller, comme cela est presque réalisé à Commentry d'après le diagramme (figure 5) ci-dessous, extrait des *Comptes-rendus de la Société de l'Industrie minérale.*

Figure 5.

Disposition générale des couches de houille de Commentry.



Échelle 1/2000.

Les interpositions de schistes et grès entre les bancs de houille relient la formation de celle-ci, ou en subordonnent, tout au moins, la distribution au dépôt des roches. L'unité, l'étalon des couches de houille, c'est-à-dire la partie qui s'en est formée sans interruption, est le banc variant de 0m20 à la Porchère à 1 mètre à la grande couche Latour. Mais cette unité n'a rien d'absolu, car, en plus des amincissements dont est susceptible le banc de charbon, il se partage, non rare-

ment, en planches de 0^m15 à 0^m05 et celles-ci se subdivisent accidentellement en filets qui se perdent dans les schistes. Il y a là un phénomène particulier que nous allons analyser.

IV.

Dégénérescence des couches de houille.

On verra, dans le paragraphe suivant, par le choix de quelques coupes, de combien de variations sont sujettes les couches de houille.

Je me propose de dépeindre ici leur dégénérescence dans certaines directions, par l'effet d'un phénomène évidemment analogue à celui de Ronchamp décrit ci-dessus, s'attaquant aussi à toutes les couches d'un même faisceau et qui, dépendant d'une cause permanente, sera examiné plus loin. Qu'il me suffise, pour l'instant, de signaler qu'en même temps les dépôts changent de nature à Saint-Étienne, la roche est de moins en moins charbonneuse, devient micacée et grossière.

Signes avant-coureurs de la dégénécence.

Évidemment, la schistification est due à l'intervention d'un courant d'eau particulier. Aussi, à la transition, les dépôts sont-ils souvent irréguliers (exemple : 9e, 10e, 11e et 12e couches au puits Saint-Louis), formant des amas (ex. Trélys, Gard), ou présentant des bandes schistifiées (puits Saint-Denis).

La subdivision des couches en lits nombreux est le signe avant-coureur de la dégénérescence, l'épaisseur de la houille restant quelque temps constante. On peut voir, sur la Pl. IV, la 14e au puits du Fay (fig. 6') et la 15e au puits Voron (fig. 5), se subdiviser dans la direction de l'Est où les couches disparaissent ; les bancs des 14e et 15e se distancent en même temps. Mais il n'en est pas de même pour toutes les couches, quelques-unes conservent leur épaisseur en s'altérant ; cela a dépendu de la masse de sédiments apportés par le courant d'eau secondaire et qui, par leur mélange avec la matière charbonneuse, sont cause de l'altération des couches.

Manière dont se produit la schistification. 1° Dans la 13e couche.

La 13e couche, à Méons, par l'accroissement et la naissance de nerfs de schiste, noir, se décompose en planches et veines de houille pure ne formant plus guère, 200 mètres plus loin, que le quart de l'épaisseur totale de la couche (1). Au puits de l'Est de Montieux (Pl. IV, fig. 7), elle n'est pour ainsi dire plus représentée que

(1) J'ai cherché à me rendre compte du phénomène et j'ai observé qu'il débute par la naissance de nerfs peu nets dans le charbon entremêlé de parties crues ; il se continue par la métamorphose de quelques bancs en charbon nerveux, clapeux, friable ou moureux, ou leur décomposition en une alternance de charbon et de schiste ; la coupe varie à chaque pas ; les parties changent constamment de nature et d'épaisseur, des lentilles de charbon pur se reforment momentanément, le tout de façon si irrégulière que je ne crois pas utile de reproduire les détails que j'ai relevés. La couche perd peu à peu ses caractères par suite d'une sédimentation contrariée et il apparaît des roches étrangères aux terrains encaissants ordinaires de la couche en question.

par de simples planches de houille, séparées par des planches de gore. Après la division en bancs et planches, ceux-ci se schistifient de la même manière que la Forestière, ou branche moyenne de la 13e au Montcel : cette branche (fig. 8) devient d'abord crue, puis se divise en veines de houille de 0m01 à 0m05 ; la couche conserve son épaisseur, le schiste charbonneux intercalé passe au schiste avec filets de houille, si bien qu'en profondeur, au bout des travaux, dans un chantier de deux mètres, on se croirait en plein rocher; le mur, le toit et leur intervalle ne changent pas. Au puits Grégoire de Reveux, la 13e est formée d'un très grand nombre de veines de schiste et de charbon, par suite de l'augmentation, sur toute l'épaisseur à la fois, de filets nerveux existant déjà dans la houille pure qu'ils stratifient.

2° Dans la 8e couche.

La 8e couche offre le type de la schistification (Pl. III, fig. 4) : au Sud de Montieux, elle se transforme, sur toute la hauteur à la fois, sans varier de puissance, par l'introduction de filets schisteux qui, augmentant en nombre et épaisseur au détriment de la houille, font que, 100 mètres plus loin, la couche n'est plus représentée que par des schistes avec filets de houille de l'épaisseur du doigt, formant tout au plus le 1/30 de la masse ; la petite couche supérieure s'altère moins vite mais finit également par devenir peu à peu schisteuse, à partir du toit avec lequel elle se fond. Au puits Jabin, dans la descente faite au Sud de la concession de Montieux, dans la région de la Richelandière, on a relevé 5 coupes (fig. 4') : à l'avancement, les veinules de charbon de tout au plus 0m05 alternent jusqu'à concurrence du quart de l'épaisseur totale, avec des veines de schistes noirs et gris, sauf à la partie inférieure où la houille est rubanée par des filets de cru et de schiste; en arrière, le charbon admet quelques filets de schiste, et est de moins en moins chargé de cendres ; la division en barres disparaît et, à 150 mètres de l'avancement, les deux nerfs restants n'ont plus que 0m02 à 0m03 d'épaisseur, et la couche reprend son épaisseur normale qui est de 3 à 5 mètres en charbon pur. L'altération de cette couche est rapide, principalement du point B au point C du croquis n° 3 ci-dessus ; la petite couche se schistifie un peu avant la grande, en diminuant d'épaisseur, une planche s'en sépare au point *a*. A la fendue de l'Éparre, la 8e couche, qui a 4 mètres à l'affleurement, n'est représentée en profondeur, au bout des travaux, que par 2 mètres de schiste charbonneux. Du côté de Saint-Jean-Bonnefonds, les bancs de charbon se schistifient tour à tour à partir du mur (fig. 4'') : au puits Saint-Hubert, la partie inférieure de la couche principale est délaissée comme trop schisteuse, la partie supérieure A est figurée en détail sur la Pl. III; et, à la Sibertière, ne parvient que la petite couche. La 8e couche subit donc partout la même transformation dans la direction du Sud-Est et du Sud, à partir d'une ligne tirée de la Richelandière à Saint-Jean-Bonnefonds, et tracée sur la figure n° 56.

La dégénérescence schisteuse est très commune.

La transformation de la houille en schiste se fait rapidement dans la partie supérieure de la 15e, du puits Mars au puits Verpilleux (Pl. IV, fig. 1), et si complete-

ment que cette portion de couche, après avoir passé au schiste charbonneux, est remplacée, au second puits, par du schiste à empreintes, du schiste gris et du grès avec, paraît-il, un banc de gratte.

Nombre d'autres couches deviennent par places inexploitables comme celles Pl. V, fig. 3 et 4, par subdivision, introduction de nerfs et altération de la houille.

Ce mode de dégénérescence est en somme très commun.

Pour n'être pas reconnue dans les terrains houillers dits marins, elle n'en est pas moins certaine.

Dans le Nord de la France, on ne voit pas les couches de houille se schistifier, sans doute parce qu'on ne peut les poursuivre sur une assez grande longueur, car j'ai déjà dit qu'il y a beaucoup de veines de schistes charbonneux qui, ne correspondant pas d'une fosse à une autre, peuvent bien faire partie de couches de bonne houille. En Angleterre, il y a, dans quelques couches, gradation du schiste charbonneux au charbon schisteux (*batty-coal*) même au charbon pur; la grande couche d'Oldham devient rocheuse à Ashton; l'exploitation de la *Hard-mine* est fréquemment interrompue par des changements de la houille en schiste ou grès; la couche devient même toute entière du schiste noir (1); les 2/3 inférieurs du Thick-coal passent tout aussi complètement au grès fin. En Amérique, le charbon des Conglomerat-Measures est le plus souvent schisteux et impur, susceptible de passer au schiste bitumineux et même au schiste à empreintes végétales.

Ce fait, si commun, non moins que les autres espèces de transformation, doit singulièrement embarrasser le géologue qui croit à la formation de la houille sur place comme la tourbe.

Couches de houille manquées.

A bien suivre la schistification, on voit la matière charbonneuse de la houille s'éparpiller dans la roche : bitume, parcelles végétales, écorces et feuilles qui se mettent de plus en plus en évidence. D'après cela, on peut prévoir que la Crue du puits Saint-Louis (Pl. V, fig. 1) est une couche de houille manquée; elle ne diffère pas, en effet, beaucoup de la 9e à l'Éparre (fig. 2) et j'ai reconnu, par les fossiles, qu'il lui correspond du charbon exploitable à la Porchère et à Roche-la-Molière.

Transformation de la moure en argile carbonneuse.

Bien que l'altération des couches de charbon par voie de schistification comprenne des parties moureuses, la moure en devenant terreuse ne se schistifie pas, elle passe à l'argile charbonneuse et s'avance beaucoup plus loin, vers l'Est, que le charbon ordinaire de la 15e. Au puits Mars (Pl. IV, fig. 1) et, au puits Pétin, elle devient de plus en plus argileuse dans la direction du Sud, et admet des veines d'argile discontinue. Cependant, dans une direction opposée, cette qualité de charbon se présente à la base de la 15e comme une modification du banc inférieur formé de houille ordinaire à l'affleurement.

Dégénérescence de la houille en gore.

Dans certains cas, et lorsque la houille est formée principalement de bouillie végétale, elle se transforme en gore noir bitumineux. Ce mode de dégénérescence se remarque à Rive-de-Gier. On a vu la 3e au Brûlé de la Ricamarie et une partie de

(1) *The geology of the Country around Oldham*, par Ed. Hull, p. 31.

la couche de Commentry passer au gore charbonneux. Je n'ai observé nulle part, avec plus de précision, ce changement que dans l'Oural chez M. Lubimoff, près Goubakha, au milieu d'une série de 27 lits de houille (Pl. III, fig. 5), dans une couche de 4 mètres d'une régularité de dépôt idéale : là, le charbon ressemblant à du splint-coal est compact, homogène, sans délit, sauf contre le toit de la couche ; à l'affleurement, en haut d'une colline, il renferme 5 p. °/₀ de cendres, à mi-hauteur 8 à 10 p. °/₀, et devient peu à peu du gore charbonneux en profondeur, analogue à celui que l'on trouve en bancs isolés dans la même série ; la couche C n'est déjà plus exploitable au niveau de la Kosva. Partout, dans la houille comme dans le gore noir, qui sont évidemment des dépôts identiques, on reconnaît la même matière charbonneuse, et l'on aperçoit une quantité innombrable de macrospores.

Dans le même pays, j'ai examiné une couche transformée en la même argile charbonneuse (Pl. III, fig. 6) que celle qui divise les bancs des couches de Pachia ; le schiste et le charbon sont, en même temps, devenus très argileux entre des bancs de grès quartzite.

Passage de la houille au grès noir.

A la Garenne (Loire), sur toute une zone Est-Ouest, la 3ᵉ et la 4ᵉ réunies forment un système de 4 à 5 petites couches séparées par des nerfs discontinus de gore et de grès plus ou moins charbonneux, sujets à de grandes variations en épaisseur. On voit en bas de la coupe que je donne (Pl. V. fig. 6), la matière de la houille passer insensiblement à du grès fin noirci par des parcelles et particules végétales et du fusain, et lui tenant lieu de ciment. Dans le grès, par la concentration de la même matière à laquelle se joignent quelques débris fragmentaires de plantes, il se forme des veines de houille discontinues, mariées à la roche par des pointes alternantes. Il est facile de voir que la substance charbonneuse imprégnant les grès a été apportée avec le sable, sous forme de bouillie lourde. De même dans la couche des grès noirs à Commentry (fig. 5), les débris végétaux sont réunis en filets de houille aux allures fantastiques, dispersés dans la roche.

Houille gréseuse.

La grande couche de Montrambert et de la Béraudière présente une transition au grès noir sous la forme de houille pailletée de mica et renfermant de nombreux grains de quartz : cette houille altérée passe au mannifer charbonneux plutôt qu'au grès schisteux ; elle forme de nombreux nerfs dans la houille à la Béraudière, et, à Montrambert, constitue des parties importantes de la couche, principalement dans les serrées dont nous parlerons plus loin. Je figure (Pl. V, fig. 7) un passage rapide de cette roche au charbon pur, tel que je l'ai bien constaté à l'Est de la région du puits Rhône. Au Clapier, au Nord du puits Châtelus, la 3ᵉ est remplacée par du cru ferrugineux analogue, dans lequel naissent des amandes et des veines de charbon brillant. La houille gréseuse est commune dans la 3ᵉ couche qui, à Chavassieux, gît très irrégulièrement distribuée dans un épais massif de grès plus ou moins noir. Le Chauffour du Creusot et le Tarmard de Bert sont des dépôts, partie de charbon, partie de limon sableux, d'une manière bien faite pour convaincre de leur

accumulation simultanée sous l'eau ; rien, peut-être, ne montre mieux que les couches de houille sont d'origine sédimentaire.

Houille minéralisée.

Le charbon est, en outre, quelquefois minéralisé par l'intervention du carbonate de fer, comme, par exemple, le banc supérieur de la 3e brûlante, la partie inférieure de la 2e au Treuil, etc. Nous reviendrons, en tête du chapitre II, sur ce fait, non moins significatif que le précédent.

SCHISTIFICATION GÉNÉRALE DES COUCHES.

Schistification générale des couches.

La schistification n'est pas généralement un fait accidentel, elle affecte à la fois toutes les couches d'un même faisceau.

1° A l'est de Saint-Étienne.

A l'Est de Saint-Étienne, les couches, sans exception, s'amincissent et disparaissent en se transformant en schiste charbonneux, du N.-O. au S.-E., les inférieures avant les supérieures, à partir d'un plan idéal plongeant au N.-O. et dirigé E.-E.-N.

Ainsi, au Sud de Montieux, les 1re et 2e amincies deviennent schisteuses ; la couche des Rochettes voit son épaisseur utile diminuer en aval par la schistification de sa partie supérieure ; la 3e s'altère aux Trèves, son banc supérieur est schisteux au puits d'Avaize ; la 5e, schisteuse au puits Hippolyte, perd peu à peu son épaisseur ; la 6e se prolonge par une trace de houille crue et la 7e s'étrangle. Nous avons vu comment la 8e devient inexploitable au Sud de Montieux, à partir d'une ligne N. 70 E. tournant à S. 45 O. à la Richelandière ; au Ronzy, la limite de la partie exploitable tire sur l'Est. Les 9e à 12e s'altèrent déjà au puits Saint-Louis. La 13e est mauvaise au puits Jabin. A Reveux (voir Pl. III, fig. 7), les 9e à 12e passent progressivement, vers la Barallière, à du charbon cru et à du schiste charbonneux, la plupart du temps sans varier d'épaisseur, le charbon cru avant le charbon schisteux ; le banc inférieur de la 11e, lequel est un peu cru, est déjà du schiste lorsque l'autre n'est encore que du schiste charbonneux ; la 9e, en charbon cru, conserve son épaisseur de 0^m90 ; la 10e s'amincit un peu ; la 11e, de 1^m50, se partage par un entre-deux, augmentant au détriment de la partie supérieure qui, de 1 mètre, est bientôt réduite à 0^m40 de schiste charbonneux ; la 12e seule maintient sa qualité jusqu'à la Barallière ; la couche Pinatelle, en charbon très nerveux, y devient du schiste. La 13e se schistifie également au Sud du puits Grégoire, à partir d'une serrée N.-E., parallèle à la limite d'exploitabilité des 9e et 10e ; et la 15e, au puits Rozand, à partir d'un plan que seule dépasse la 12e. Au Nord de Reveux, nous avons vu la 13e s'altérer de même qu'à l'Est du Montcel ; elle disparaît près du puits du Fay dans du schiste peu charbonneux ; à Caramantran, elle est divisée en bancs

nombreux dont quelques-uns sont schistifiés, et c'est à peine si elle se poursuit jusqu'à l'Hermitage par une trace charbonneuse.

Nous verrons, dans la section suivante, qu'à la Chazotte les couches s'altèrent aussi à l'Est, d'une manière analogue.

Cependant, après une quasi-interruption au Grand-Ronzy, les 9e à 12e reparaissent à Nanta sous forme de 2 ou 3 petites couches, mais elles se schistifient en profondeur, et la 12e n'est exploitable, à la Vivaraise, qu'aux affleurements.

2° Au sud de Saint-Chamond.

A Saint-Chamond, tandis que les couches en forme de chapelet s'oblitèrent, à l'Ouest, dans un terrain *sauvage*, elles reproduisent, à l'Est, ce qui se passe à Saint-Étienne entre la Richelandière et Saint-Jean-Bonnefonds : ainsi, au Château et à Saint-Jacques, elles deviennent minces et schisteuses en profondeur, où elles s'éloignent plutôt qu'elles ne se rapprochent; au Clos-Marquet, les couches sont plus irrégulières et en même temps plus schisteuses qu'au Parterre, et leur altération, sous le plateau de Planèze, commence à une ligne dirigée N.-N.-E., comme les bandes de houille resserrées et nerveuses qui précèdent la transformation au Clos-Marquet. Le puits Saint-Luc (figure 33), au Sud du district, n'a recoupé les couches qu'à l'état de filets et de schistes charbonneux.

3° En plusieurs autres endroits du bassin de la Loire.

Le bassin de la Loire présente d'autres exemples de schistification non moins remarquables. Ainsi, aux Roches, la 14e est régulière au-dessus d'une 15e divisée en petites planches par de nombreuses intercalations schisteuses, subissant, de la sorte, le commencement d'une schistification qui est complète au puits Jovin; tandis que, vers le Cros, au contraire, la 14e est transformée en schiste au-dessus d'une magnifique 15e.

Du côté de la Porchère, les petites couches se dénaturent aux Combettes où il ne reste à exploiter que le banc inférieur de la 10e, lequel est même devenu cru; la 13e est complètement oblitérée à la Côte et la 15e est introuvable au-dessous.

Altération des couches dans le Gard.

Ce n'est pas seulement à Saint-Étienne que se produit la dégénérescence schisteuse des couches de houille. Nous l'avons signalée à Besseges; elle se manifeste à l'Est du fond de bateau de Portes, et se caractérise, au Nord de la Grand'Combe, par la division des couches en branches qui s'écartent, se schistifient et s'atténuent, pendant que s'intercalent entre elles des roches de plus en plus épaisses et grossières : il en résulte qu'aux Pinèdes lesdites couches sont réduites à de simples traces et représentées tout simplement, au Peyrérol, par des schistes gris à empreintes végétales. A Ahun, aussi, au Nord et au N.-E., les couches se subdivisant par des grès et des schistes, s'appauvrissent et deviennent schisteuses en profondeur.

C'est là un fait remarquable sur lequel j'ai cru devoir m'étendre un peu.

V.

Coupes et variations des couches de houille du bassin de la Loire en général.

Variations particulières des couches du bassin de la Loire.

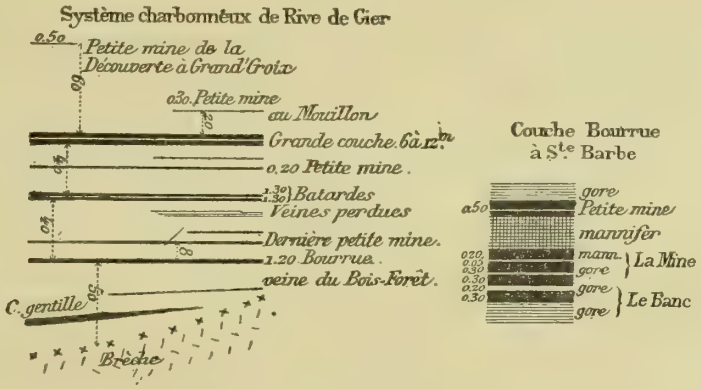
Après ce que je viens de dire des modifications rocheuses que subissent les couches de houille dans certaines directions, il est intéressant de voir comment elles se comportent dans l'étendue d'un même bassin houiller et d'y suivre leurs variations individuelles. M. Gruner ayant donné un grand nombre de coupes, je puis me borner à reproduire les plus instructives de celles que j'ai prises moi-même, avec plus de détails circonstanciés, et montrant les changements qu'éprouvent les couches dans leur composition intime. On peut remarquer d'une manière générale, sur les planches IV et V, que la dégénérescence de la houille se produit à tous les degrés dans l'intérieur de la plupart des couches, sujettes à presque autant de vicissitudes que les dépôts schisteux.

Couches de Rive-de-Gier.

Je passerai rapidement sur les couches de Rive-de-Gier dont l'ensemble est figuré dans le croquis n° 6, et les coupes détaillées sur la Pl. V, fig. 8.

Les couches de Rive-de-Gier sont accompagnées souvent de bancs de houille, plus

Figure 6.



ou moins isolés au toit ou au mur, appelés *petites mines* ou *peillotes*. La carruche est le premier degré de leur dégénérescence rocheuse ; c'est-à-dire qu'au lieu de passer au schiste charbonneux, comme à Saint-Étienne, le charbon, à Rive-de-Gier, tend à devenir du gore ; ainsi, en remontant le Collenon, la grande couche, après avoir admis des nerfs, diminue d'épaisseur et se transforme en une petite couche presque entièrement formée de carruche et de gore charbonneux.

La grande couche, divisée en deux parties par un nerf caractéristique sur la nature duquel nous reviendrons, a ses deux parties formées, l'une de 4 et l'autre de 3 bancs d'un mètre environ chacun, séparés par des colles nettes sans nerf, à part quelques fortes lentilles de grès correspondant, à Grand'Croix, à la colle supérieure du Maréchal, et un dépôt adventif séparant, au Mouillon, le banc

inférieur du Rafford. Aussi cette couche garde-t-elle son unité de composition dans toute l'étendue du bassin. Sa peillote inférieure, qui manque, ainsi que le banc, dans certaines régions de Grand'Croix (figure 6), rejoint la couche à Egarande ; elle s'en éloigne de 5 à 6 mètres à Assailly où elle prend le nom de *petite bâtarde* ; leur petite mine supérieure s'éloigne considérablement du côté de Grand'Croix. Beaucoup de *Stigmariopsis* et de *Syringodendron* enracinés gisent au voisinage de cette couche importante, notamment dans son toit.

La Bâtarde, accompagnée partout de nombreux *Stigmaria*, est formée de deux parties plus éloignées au puits Sainte-Barbe qu'ailleurs ; elles sont très rapprochées à la Chichonne où l'entre-deux est réduit à un nerf de schiste charbonneux.

La Bourrue (figure 6), que suit constamment une petite mine supérieure, est nerveuse et entremêlée de feuillets de schiste.

Couches de Saint tienne.

L'ensemble des couches de Saint-Étienne est représenté fig. 1, Pl. I.

15e couche.

A la base, la série stéphanoise commence par la 15e couche, qui forme un des grands horizons charbonneux de la Loire. Les fig. 2, 3, 4 et 5, Pl. IV en disent plus qu'aucune description. Elles donnent lieu aux observations suivantes : en partant du puits Lucy (fig. 2), où la couche a sa plus grande puissance en charbon, elle se subdivise presque tout à coup à l'Est de la faille Baby, et il se forme, au puits Voron, une alternance de schiste et de charbon dans le milieu de la couche. Le banc supérieur (fig. 5) s'évanouit dans la même direction ; ses planches disparaissent une à une, à partir du toit, en se changeant en schiste plus ou moins veinulé de charbon et finalement en schiste gris à empreintes, si bien qu'à l'Est du puits Pétin, la partie supérieure de la couche est réduite à quelques filets. Un banc de gratte intervient, en même temps, dans l'entre-deux qui augmente d'épaisseur. Le banc inférieur de charbon moureux se poursuit plus loin, jusqu'à Saint-Jean-Bonnefonds, stratifié par des veines et chapelets d'argile et de minerais séparant les bancs de moure à structure contournée. Au Sud-Ouest de la Chazotte, la couche perd également ses caractères (fig. 3), se divise, aux Roches, en 13 ou 14 bancs dont 3 ou 4 seulement parviennent diminués au puits Jovin; au puits David, des schistes feuilletés, remplis de *Cordaïtes*, représentent des bancs de houille. Au Cros (fig. 4), la couche reprend son importance; aux Chaumières, elle devient très puissante par l'augmentation des bancs inférieurs. Au puits Mars (Pl. IV, fig. 1), elle atteint son épaisseur maximum de 26 mètres de houille, mais la partie supérieure se schistifie rapidement vers le puits Verpilleux. Il n'est pas invraisemblable de supposer que cette partie ne soit l'équivalent des schistes charbonneux avec filets de houille qui recouvrent la couche au Cros, sur une assez grande épaisseur, car, là, d'un côté, l'épaisseur augmente en aval aux dépens des schistes charbonneux et, de l'autre, à l'affleurement, toute la couche devient schisteuse.

Couches de Saint-Chamond.

Les nombreuses couches de Saint-Chamond, que les fossiles me forcent à considérer comme parallèles aux 15e et 14e, sont très divisées par des intercalations

schisteuses. La couche Darnon, en particulier, est visiblement composée de veines et feuillets alternes de charbon et de schiste intimement associés et dans lesquels on peut juger de la nature et de la disposition des débris végétaux formant la houille. Le caractère schistoïde est particulier aux couches de Saint-Chamond, comme du reste aux couches inférieures de Saint-Étienne.

14e couche de Saint Étienne.

La 14e couche (Pl. IV, fig. 6) n'est bonne que dans le sous-bassin de la Chazotte. Son charbon passe souvent au cru schisteux ; elle se dénature déjà, avant la faille Baby, à l'Est de laquelle ladite couche n'est plus exploitable, ses bancs étant réduits de moitié et distancés; et, au puits Pétin (fig. 6'), elle est réduite à quelques veines de houille très médiocre. Au puits du Fay, la couche est aussi très divisée et le charbon très nerveux.

13e couche.

La 13e couche est une des plus importantes du bassin par l'épaisseur et la qualité de charbon; elle renferme, dans la partie la plus pure, des nerfs lenticulaires de carbonate de fer. Cette couche (Pl. IV, fig. 7) subit, comme nous l'avons vu, la dégénérescence schisteuse. Elle n'est bien connue que sous les plaines de Chanay, Méons et du Treuil, jusqu'à Villebœuf.

Faisceau des 9e à 12e.

Les 9e, 10e, 11e et 12e couches sont, dans l'ensemble, plus régulières et parallèles que les autres couches du bassin, principalement que les couches dites moyennes. La 9e est moins bonne que les autres et parfois ressemble à la crue inférieure dont nous avons parlé. Nous avons vu les dites couches se transformer à Reveux. Elles se subdivisent à la Porchère en veines plus ou moins schisteuses, notamment la 11e et le banc supérieur de la 12e; et l'on aperçoit nettement, dans le charbon, les empreintes conservées et distribuées comme dans les schistes adjacents. C'est à Roche-la-Molière que le faisceau est le mieux développé ; là, il présente des particularités, qui feront l'objet du paragraphe suivant. A Firminy, les mêmes couches sont divisées par des nerfs de grès et de schiste, et la crue inférieure, tantôt en contact, tantôt séparée de a 12e, est formée de planches disjointes par du schiste jaune manganésifère.

Zone brouillée du puits Saint-Louis, précédant la schistification des petites couches.

Les petites couches présentent, au puits Saint-Louis-du-Bessard, une zone brouillée, à laquelle fait suite l'amas du puits Neyron, et par laquelle prélude la schistification.

Dans cette zone, la 9e passe en ligne droite sur les 10e, 11e et 12e disposées en chapelet, ondulées, alternativement rapprochées, jusqu'à se toucher, et écartées, les unes étant affectées par des ondulations ou des sauts que ne partagent pas ou dont ne se ressentent pas les autres; le charbon de la 12e, en particulier, passe souvent, au Sud et, à tout instant, à du schiste charbonneux. Les 11e et 12e renferment des bancs de grès et ont leur partie supérieure usée par des descentes fréquentes du toit. Les 10e et 11e paraissent susceptibles de se réunir. La 12e se maintient plus longtemps bonne que les autres. Dans la zone brouillée, les roches sont irrégulières, argileuses et ébouleuses. Tout dénote une sédimentation contrariée, comme à la rencontre de deux courants. En pénétrant dans la concession de Montieux, vers

le S. E., les couches redeviennent plus régulières avant de se schistifier et de disparaître définitivement au milieu de roches où augmente l'élément micacé.

8e couche. La 8e couche est des mieux stratifiées, du moins dans le Centre et à l'Est ; car, à Roche-la-Molière, elle offre de très grandes irrégularités de dépôt. La couche principale reste distincte, sauf au puits de la Manufacture où nous avons signalé une anastomose entre elle et la petite couche supérieure. Elle est généralement accompagnée, au toit, d'un satellite, cru au Treuil, exploitable à Montaud ; à Villars, le satellite est situé au mur ; à la Sibertière, la couche a deux acolytes : l'un inférieur, bon à Saint-Jean ; l'autre supérieur, exploitable seulement au puits Saint-Georges. A Beaubrun, le banc supérieur (fausse 12e), est fort éloigné de la couche principale (Pl. 1, fig. 3). Nous avons décrit les altérations de la 8e vers l'Est. Les bancs, composant cette couche, sont susceptibles d'augmenter en nombre ou de se modifier ; c'est ainsi qu'il se forme, au Treuil, un banc de moure à la sole, et qu'au puits des Rosiers, où la couche est en trois bancs, le banc inférieur est tout mélangé de schiste, tandis qu'au puits Rambaud, la couche entière est bonne. A partir de Roche-la-Molière, du côté de Firminy, la 8e prend une grande importance ; la grande couche de la Malafolie me paraît devoir lui correspondre, d'après les Cordaïtes qui dominent dans la houille comme dans les schistes de son toit. Je donne (fig. 5, Pl. III), deux coupes de cette couche prises à la Varenne, où son épaisseur en charbon est fixe et indépendante des nerfs et lentilles de rocher intercalés.

Groupe moyen. La 7e, ou plutôt la 7e *bis*, est une couche de charbon le plus souvent médiocre, qui ne prend d'importance, en s'éloignant des autres, qu'à l'Ouest de la faille du Furens. A Villebœuf, elle renferme, dans son milieu, de l'argile jaunâtre comme celle qui recouvre la 7e à Montieux ; elle se ramifie en 3 branches au Bois-Monzil, où le charbon alterne en veines nombreuses avec le schiste (Pl. V, fig. 3) ; du côté du Cluzel, elle s'éloigne des 5e et 6e et est représentée par deux petites couches ; la 3e brûlante la personnifie à Montrambert et à la Malafolie ; sa place est marquée, à 60 mètres au-dessus de la 8e, par une mince couche schisteuse et du schiste charbonneux.

La 5e, gisant au Treuil entre deux massifs de grès, se rapproche de la 6e au quartier Gaillard (Pl. V, fig. 9), où l'entre-deux, qui est du charbon schisteux presque exploitable au puits des Rosiers, est peu charbonneux à Chavassieux et se trouve être du grès à la Roche-du-Geai.

3e couche. La 3e couche est la plus importante du bassin. Régulière et de moyenne puissance à l'Est de Saint-Étienne (Pl. V, fig. 10), elle est à la fois très épaisse et discontinue à l'Ouest, où son gisement est morcelé ; c'est ainsi qu'aux Platières et à Montsalson, elle forme deux amas isolés de charbon de qualité différente, séparés par une large zone stérile, encore que le gore des veines se présente aux deux endroits dans la même position qu'à Beaubrun. Au quartier Gaillard, en particulier, la couche présente une composition très variable ; en outre de la transformation en

grès que nous lui avons vu éprouver, je signalerai seulement : 1° qu'elle forme, à la Garenne, dans une dépression du mur, un amas dont les bancs ne se régularisent qu'à la partie supérieure ; 2° que la couche, formée de trois bancs au puits de la Loire, est tout à coup condensée en une seule masse de l'autre côté de l'accident Sainte-Marie, dirigé N.-S. Au Sud de la Garenne, la couche, après une interruption, se reconstitue au Clapier beaucoup plus régulière, mais moins pure, qu'à Montmartre où son épaisseur atteint 20 mètres. A la Béraudière (Pl. V, fig. 10''), elle a sa plus grande puissance au Sud du puits Saint-Dominique, et, après une diminution (Coupe B), se produisant entre ce puits et celui du Crêt-de-Mars, elle reprend, plus au Nord, une épaisseur de 15 mètres ; puis ses bancs inférieurs disparaissent les uns après les autres ; la couche se réduit finalement à une traînée de charbon schisteux et argileux, avant d'arriver à Montmartre. La fig. 10' montre comment la 3e couche varie à Montrambert. A la Malafolie, elle est si changeante que, du puits du Ban n° 1 au puits n° 2 (fig. 10'''), des bancs de houille ont le temps de passer au schiste charbonneux ; la même couche, qui a 32 mètres au puits Saint-Léon, se prolonge à peine jusqu'au puits Saint-Thomas par 3 veines irrégulières ; et, à la Barge, elle forme, de nouveau, un amas complexe dont l'épaisseur très considérable n'est pas encore connue.

2e couche et couche des Trois-Gores.

La 2e couche, que j'ai figurée ailleurs (1) avec ses caractères botaniques, telle qu'elle se présente au Treuil, se compose de 5 bancs à Montieux et atteint, à Montmartre, une épaisseur de 10 mètres ; mais ici elle renferme dans son sein, jusqu'à concurrence de 1/3 de son volume, entre un mur et un toit parallèles, de gros nerfs lenticulaires de mannifer passant au charbon, au puits Montmartre, ou au grès, au puits Rochefort ; cette couche, à partir d'une ligne N.-S., devient, à l'Ouest, pour ainsi dire tout à coup, régulière, avec une puissance réduite de 2 à 3 mètres. Elle me paraît être représentée, du côté de Montrambert, par la couche des Trois-Gores (Pl. IX, fig. 7).

Couche des Rochettes et couche des Littes.

La couche des Rochettes est formée, à l'Est de Saint-Étienne, de charbon cru entremêlé de schiste inséparable du charbon, principalement près du toit. A cette couche se relie, par les fossiles, la couche des Littes d'une très grande pureté, recouverte de gore à *Posidonia*, et surmontée, à la Béraudière, de plusieurs petites couches de charbon cru ; à la Malafolie, la même couche est en partie éparpillée dans du gore et ses fossiles caractéristiques m'ont permis d'en découvrir la trace à Firminy, dans le trou du Breuil.

Par ces descriptions sommaires, on voit que nos couches varient d'une infinité de manières, à peu de distance et souvent très vite, tant par la qualité du charbon que par son association aux roches ; il y a mélange, enchevêtrement et connexion de la houille avec ces dernières, si bien que leur dépôt est absolument inséparable.

(1) *Annales des mines*, 8e série, tome I, Pl. II, fig. 2.

Variation des couches des terrains dits marins.

Dans le Nord de la France, les couches varient très peu et lentement, comme, d'ailleurs, les roches fines avec lesquelles elles sont en rapport. Je n'y ai rien vu de comparable à ce qui se passe ici, du moins aucun fait de transformation aussi rapide que marquée. Mais, des autres bassins dits marins, j'ai sous les yeux des coupes de couches complexes, et les Anglais, notamment, ont signalé des variations notables dans leur intérieur, en sorte que, à ce point de vue, la formation de la houille est, quoiqu'on en ait dit, indépendante de la continuité des couches.

Lorsque la houille est fissile, comme celle des crues de la Béraudière, on voit qu'elle n'a pu se déposer autrement que les schistes bitumineux.

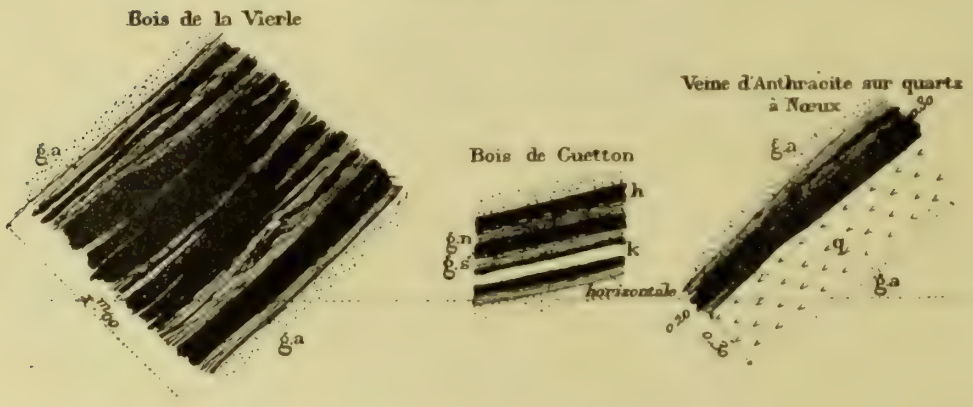
Couches d'anthracite du Roannais.

Le culm du Roannais contient des gisements d'anthracite qui, pour l'irrégularité, ne le cèdent pas aux couches les plus capricieuses du bassin de la Loire. Outre leur forme en chapelet, ils offrent une composition très variable et renferment, avec du schiste charbonneux, des boules et lentilles de grès nombreuses à Lay où les dépôts se sont effectués dans une eau profonde, car on n'y voit pas, comme à Combres, des racines en place. Nulle part je n'ai aperçu les couches en rapport même ambigu avec ces racines, tandis que l'anthracite est lié aux schistes inclus d'une manière indissoluble au point de vue du mode de dépôt.

J'ai relevé, du côté de Combres, les trois affleurements ci-dessous (fig. 7) :

Figure 7.

Anthracite du Roannais



h, houille avec nodules carbonatés pleins de macrospores.
ga, grès anthracifère.
gn, grès noir.
gs, grès schisteux.
k, kieselschiefer à *Clepsydropsis*.
q, quartz lydien demi-transparent.

L'anthracite du bois de la Vierle, schisteux et terreux, est entremêlé de nerfs

gréseux, le tout parfaitement stratifié par des empreintes de *Lepidodendron* jusque sur le mur de grès compact, privé de racines. A Nœux, on peut visiter une veine d'anthracite composée des mêmes végétaux, reposant les uns sur les autres et directement sur du quartz geysérien, sans aucun signe de pénétration ni d'altération au contact. Au Bois-de-Guetton, affleure une couche remarquable par ses noyaux calcaires et la présence d'un banc de silex qui contient des végétaux pétrifiés.

En résumé, sous le double rapport de la composition et des variations, il y a de grandes différences entre les bassins houillers. Mais, partout, la formation mécanique du charbon est inséparable de celle des roches, et les couches de houille offrent, dans nos bassins les plus restreints, quelque part, les circonstances de gisement et la régularité qui distinguent, plus en apparence qu'en réalité, les couches des bassins dits marins. Ce qui, somme toute, est fréquent chez nous, est une exception chez eux, le plus ou le moins constituant la seule différence qui existe entre les bassins limniques et paraliques, pour me servir des expressions de M. Naumann.

VI.

Description anatomique des couches de Roche-la-Molière en particulier.

Couches de Roche-la-Molière.

Les descriptions qui précèdent, même les dernières, ont un caractère de généralité qui ne suffit pas dans des études, comme celle-ci, où l'on se propose de descendre jusqu'aux plus petits détails pour remonter à une notion plus exacte de l'ensemble; les couches de houille doivent être analysées, disséquées en quelque sorte; c'est ce que j'ai fait pour quelques-unes, de 1861 à 1864, à Roche-la-Molière où j'ai pris grand soin de suivre de très près, pendant l'exploitation, quelques accidents de dépôt. Je vais les décrire avec tous leurs détails anatomiques, sans distinction; quelques-uns formeront ainsi des pièces d'attente pour les paragraphes suivants.

J'avertirai, tout d'abord, que les couches de Roche-la-Molière, appartenant au faisceau des 9^{e} à 12^{e}, sont au nombre des plus régulières du bassin. Je passerai sous silence les couches dites Crue et du Petit-Moulin dont je n'ai pas conduit l'exploitation, disant seulement que la Crue, située à une distance variable au-dessous de la Grille, la touche au point A de la petite carte (Pl. VI).

Couche de la Grille (12^{e}).

La couche de la Grille, qui a 3 mètres d'épaisseur en moyenne, est d'une régularité parfaite entre le puits Neyron et le dédoublement Buat, B, sur plus de 1000 mètres d'étendue; elle est stratifiée par des joints (dessolardes) parallèles; je n'ai vu, dans toute cette couche, qu'une seule fois une planche de houille finir en pointe (Pl. VI, fig. O) non loin du brouillage du Buisson. C'est encore assez près de ce singulier accident de formation que j'ai vu, une fois, la planche supérieure, fig. *a*, et, une fois, la planche inférieure de la couche (fig. A') s'en éloigner dans le toit et

le mur par l'interposition d'un coin de schiste ; le même fait a été observé au mur de la grande couche de Montrambert et à Beaubrun (fig. α) ; les branches ainsi séparées des couches s'effilent. Dans le milieu de la couche de la Grille règne une veine de moure, commençant au Sud par un joint argileux et atteignant une épaisseur de 0^m15 à 0^m20 au dédoublement Buat, qui lui correspond stratigraphiquement. D'autres filets de moure coïncident également avec des colles. Au Nord du puits Derhins, le mur de la couche est recouvert d'un peu de moure et formé de schiste rempli d'empreintes couchées ; le toit est très régulier et formé de schiste. Au Midi, le grès, reposant sur la couche, l'a ondulée et rongée suivant la pente, au point C du plan, ainsi que le représentent les fig. 1, 2 et 3, et l'a réduite à 0^m80 au fond de niveau Derhins (fig. 3) ; les coupes 2 et 1 ont été prises à l'amont ; les planches supérieures de la couche sont coupées en biseau et la partie enlevée est remplacée par du grès et du schiste.

Cependant, au point E du petit plan, la couche varie d'épaisseur et, en même temps, le charbon de pureté ; il se produit, dans cette région, des schistifications partielles très particulières. J'ai parfaitement observé la bosse de schiste parasite, fig. 4, au-dessus de laquelle les planches de houille passent sans inflexion et contre laquelle, d'un côté, les planches inférieures se transforment, pour ainsi dire tout à coup, par enchevêtrement de parties, en schistes appliqués sur la véritable sole ; a est un filet schisteux qui, grossissant, s'ajoute à la bosse de fausse sole. De l'autre côté de cette bosse très limitée, la couche se reforme par l'intermédiaire d'un peu de schiste charbonneux. La figure 5 montre une altération analogue avec cette différence toutefois que la régularité et le cours des planches de houille s'en trouvent momentanément très dérangés. Comme l'indique fidèlement la fig. 6, la planche supérieure de charbon est remplacée, dans les mêmes parages, contre le toit, tout à coup, par du schiste de même épaisseur.

Dédoublements de la couche de la Grille (12e).

Mais ce qui distingue la couche de la Grille, ou plutôt le grand intérêt géologique qu'elle présente, réside dans un dédoublement répété plusieurs fois et accompagné de circonstances fort curieuses. La couche se bifurque à Côte-Chaînon, chez Buat et au Buisson, en B'', B, B' et même en B''', et les zones, où elle est double, sont parallèles et s'élargissent en profondeur. Je vais examiner, dans ses traits généraux, le dédoublement Buat, B, et, dans ses plus minutieux détails, les circonstances qui précèdent et accompagnent le dédoublement du Buisson, B', Pl. VI.

Dédoublement Buat B.

La couche de la Grille se bifurque chez Buat, au point B, en deux branches, la branche supérieure continuant, en ligne droite, la moitié supérieure de la couche, et la branche inférieure, connue sous le nom de couche de Frécon, plongeant au-dessous de l'entre-deux qui se développe rapidement en épaisseur ; cette dernière branche est la continuation de la moitié inférieure de la Grille, qui s'infléchit fortement à l'origine du nerf, ce que nous verrons être dû à un affaissement local du sol de dépôt pendant la formation même. Les colles de la Grille se poursuivent, en

tout cas, sans interruption dans la branche inférieure. Je donne le plan et la coupe de la bifurcation au fond de niveau du puits Derhins (Pl. VI, fig. 7 et 8). On voit fig. 7 le toit de la branche Frécon formé de grès à joints discordants, ayant usé légèrement la couche suivant des sillons x, x parallèles à la ligne de bifurcation (fig. 8). Au-dessus de l'entre-deux, un lit de moure comble, conjointement avec des schistes charbonneux, les inégalités du mur de la couche supérieure. A l'origine du nerf, s'ajoute, dans la couche, à la place de la moure qui occupe son milieu, un dépôt supplémentaire en forme de coin, où se dessinent des effets de remous : le noyau N de grès (fig. 7), relevant sa courbe vers la couche et les veines de schiste qui le précèdent, dénotent un courant d'eau partiel qui l'a emporté quelque temps sur le courant d'eau général; et des nerfs, naissant dans la couche, se combinent avec la partie supérieure du noyau (voir, en outre, les coupes de détail, fig. 9 et 9').

La branche inférieure, ou la couche de Frécon, après s'être éloignée de 10 à 20 mètres au-dessous de la branche supérieure, lui reste parallèle sur un parcours horizontal de 200 mètres environ ; après quoi, les deux branches se rejoignent et reconstituent, au-delà, la couche de la Grille avec les mêmes caractères qu'en deçà de la bifurcation. A leur réunion (coupe 10), des lentilles et plaques de rocher entremêlées de houille et de charbon moureux, forment l'extrémité de noyau de grès grossier N'.

La surface de couche, occupée par le dédoublement, s'évase en aval, où l'entre-deux augmente aussi en épaisseur (voir la petite carte, Pl. VI). Au niveau Dolomieu (coupe uv annexée), on a suivi au mur une veine de houille a qui s'était déjà isolée de la couche par la formation d'un petit entre-deux, lorsqu'arriva l'événement principal, cause du dédoublement b. A partir de ce niveau, les couches éprouvent une déviation, à l'Est, compensée par la faille Thibaud, qui commence à zéro au S. O.; mais cette faille n'a rien à faire avec le dédoublement, non plus que la faille du Buisson, dans les accidents de dépôt dont la description suit.

Dédoublement du Buisson B'.

Les irrégularités de dépôt, par lesquelles prélude, au point D de la carte, Pl. VI, le dédoublement du Buisson, sont des plus extraordinaires et bien faites pour dérouter l'esprit d'investigation des géologues. Les nombreuses coupes que j'en donne Pl. VII, représentent, avec le plus de détails possibles, la structure des parties et leurs rapports complexes, aussi variables du haut en bas d'une coupe que d'une coupe à l'autre; je puis dire qu'il n'y a pas un trait, un joint marqué sur lesdites coupes qui n'ait été bien constaté, non sans beaucoup de peine. Ces coupes, prises les unes à la suite des autres, représentent clairement la composition et les changements de la couche.

Toutefois j'appellerai l'attention sur les points suivants : — Coupe 1 ; petite érosion a et joint de stratification oblique au dessous de la lentille de grès P; la coupe 1' relevée dans le voisinage porte deux colles qui se rejoignent. La coupe 2 est bien différente : on y voit des veines de houille s'enfonçant en prolongement des bancs de charbon dans le barrage rocheux, qui arrête néanmoins ces bancs terminés

en sifflet. La coupe 3, faisant suite à la coupe 1, montre, avec la coupe 4, la bifurcation qui oblige à descendre au-dessous et à monter au-dessus du noyau Q, les lits de charbon faisant entre eux un angle dans lequel se développent des veines de schiste et de moure discontinues, et, plus près de Q, des lentilles de grès dans du charbon dur; le nerf *n*, dont le contour est figuré sur le plan, forme, à l'amont de la coupe 4, le toit du chantier d'abatage. Coupe 5 : des planches de charbon s'effilent au-dessous dudit nerf ; celui-ci offre en *c* deux petites recoupes arrondies et se comporte par rapport au toit comme l'indique le petit croquis annexé à cette coupe; les bancs de houille inférieurs, atténués à gauche sur le noyau Q, buttent, en quelque façon, à droite, à une levée S du mur à laquelle est tangent le joint de stratification *zz'*; dans l'intervalle, boules et lentilles de grès mariant la couche au noyau. Coupe 5_1 : le charbon, qui s'enfonce dans les entrebâillements de la levée S, est cru, comme dans la coupe 5, notamment au point *b* ; cependant le gore de cette levée est assez nettement séparé du charbon ; la coupe 5_1 représente, d'ailleurs, les rapports remarquables qui relient le remplissage charbonneux aux roches qui le limitent de chaque côté; la coupe 5_2 complète la précédente et indique une transformation rapide de la partie supérieure de la couche en schiste, sous le toit ; la coupe 5_3 montre, en plus, des filets de grès nettement limités, finissant en pointe, sans mélange avec le charbon, ou nettement arrondis, comme cela est figuré en α. Sur les coupes 5' et 5'' on voit naître un coin de gore ε en prolongement de la levée S qu'il continue à l'Est ; le schiste *r* (fig. 5'') est une modification du chapelet *ij* (fig. 5') que traverse obliquement, de part en part, le joint de charbon *gg*, auquel s'arrête le schiste contourné *f* et de l'extrémité *i* duquel divergent quelques filets de schiste ; en *h* se rejoignent deux joints de moure. La coupe 6 relie les précédentes aux suivantes, et montre (fig. 6_1) des passages rapides du schiste au schiste charbonneux et au charbon le plus pur. Sur les coupes 7 et 7', je ne saurais trop faire remarquer que le charbon s'étend, en planches régulières, sur la bosse S qu'affleure le joint *z* et dans l'échancrure *b* de laquelle s'engage un coin de charbon. Coupe 8, jusqu'en 8', contre le toit, planche de schiste se terminant par des pointes dans le charbon, qui, de son côté, s'insinue entre les feuillets de schiste comme cela est figuré en β. Coupe 9 : on a avancé de 15 mètres dans le banc *a*, au-dessus du noyau de grès Q'. La coupe 10, régnant sur une grande partie de la remonte, est dans le prolongement du coin de schiste ε, à l'extrémité duquel des filets charbonneux le relient au charbon ; celui-ci est bien planché sur la sole dont les inégalités sont remplies de schiste argilo-charbonneux. Coupe 11 : le même nerf, formé tantôt de gore ordinaire, tantôt de gore plus argileux, passe au charbon par une alternance très nombreuse de filets de schiste et de houille s'effilant en sens inverse les uns des autres, comme l'indique la fig. 8, et certaines des lames charbonneuses qui s'engagent entre les lames de schiste représentent des écorces aplaties. Plus en aval, au fond de niveau du puits Derhins, la couche est plus mince. De l'autre côté de la faille du Buisson, on l'a trouvée divisée en deux bancs qui se rejoignent dans le champ d'exploitation du puits du Sagnat (voir la petite carte, Pl. VI).

Remarques au sujet de ce dédoublement.

Des liaisons évidentes qui se manifestent entre les roches et le charbon, il est permis de poser en fait que, pendant leur formation, un courant d'eau contrarié a apporté simultanément le sable qui forme le noyau Q, les boues de la levée S qui le précède et le charbon intermédiaire ; la preuve d'un dépôt simultané des matériaux terreux et charbonneux se renouvelle jusqu'au toit ; toutefois, le sable se déposait entre temps, et celui du noyau Q devait former une pente sur laquelle les bancs de charbon supérieurs sont venus mourir en pointe ; le grès ne passe pas à la houille comme souvent le schiste, mais la couche y envoie des aboutissants de charbon pur. Quant aux veines de schiste et de charbon enchevêtrées par leurs extrémités,

il est difficile, pour ne pas dire impossible, de méconnaître leur formation commune sous l'eau. La continuité des planches de houille au-dessus des inégalités et des bosses du mur, les lits de charbon faisant suite au schiste et s'engrenant avec lui sans changement d'épaisseur, tout indique qu'après dépôt la matière à houille ne s'est pas plus tassée que le limon, en confirmation de ce que j'ai dit ailleurs (1). Le défaut de tassement du grès explique le relèvement de la branche supérieure de la couche sur le noyau Q et l'étranglement de la branche inférieure.

Ce qui frappe en outre dans toutes les coupes, ce sont les modifications qui se produisent, à chaque pas, dans la composition de la couche et qui dénotent des eaux changeantes. A voir, de plus, les contours des nerfs et noyaux, on les peut soupçonner dûs à des tournants d'eau.

Dédoublements B'' et B'''.

Au fond de niveau Derhins, se présente, en B'' (Pl. VI), une bifurcation limitée à l'amont, qui n'est pas complètement reconnue. La Grille Nord, d'ailleurs, avant le crochet que lui fait faire la faille limite de Landuzière, est divisée, au niveau du sol, en deux bancs aussi distincts que deux couches différentes.

De même, tout près de la faille du Midi, en B''', la Grille offre, au Sud de l'accident Vacher, une bifurcation dont le caractère constant est que la branche supérieure, qui ne dépasse pas $0^{m}90$, s'amincit au Sud. On n'a pas poursuivi de ce côté les travaux assez loin pour constater sa jonction avec la branche inférieure de 2 mètres, qui, elle aussi, se perd à son tour au 12^{e} niveau; les branches s'éloignent assez rapidement l'une de l'autre.

Couche du Péron (11^{e}).

La couche du Péron, plus constante que la Grille, ne m'a présenté en fait d'accident de dépôt qu'un ressaut du mur, au point F de la petite carte Pl. VI, ayant précédé le dépôt de la houille, puisque la partie supérieure de la couche n'en est point affectée. Dans toute la région environnante, la couche ne comprend pour ainsi dire que le banc *a* des fig. 11, 12 et 13, Pl. VI; le banc *b* manque entièrement ou n'est représenté que par un lit de moure, à feuillets contournés, entre charbons, ou schiste charbonneux et charbon. Le banc *b*, qui est très beau dans la coupe AB, devient moureux près du ressaut; la planche *c* est en charbon friable. Quant au banc *d*, il présente une structure contournée jusqu'à 10 mètres du ressaut (sauf une petite interruption où les feuillets charbonneux, à surface lisse et argileuse, sont parallèles à la stratification); des sillons de fusain et de schistes intercalés indiquent qu'ils ont été repliés après coup, nous verrons plus loin sous quelle influence. En s'éloignant du ressaut, le charbon inférieur au joint *z* reprend sa texture et sa qualité ordinaire. Dans la coupe CD, le charbon *c* est joli jusqu'au ressaut; la planche *d*, à structure contournée, repose sur du charbon *e* à peine ondulé près du ressaut; ce dernier se termine à peu de distance en aval. En amont, la coupe EF montre une élévation de la sole qui empêche même le banc *a* de se poursuivre complètement de ce côté; le charbon *m*

(1) *Mémoire sur la formation de la houille.*

s'améliore, et, à la sole, alternent des mises irrégulières de schiste et de moure.

Couche du Sagnat (10e). La couche du Sagnat est encore plus régulière que le Péron, et me rappelle les couches des terrains dits marins, malgré la division qu'elle éprouve au Nord et à l'aval pendage, à partir d'une ligne, tracée sur la carte par la formation lente d'un nerf qui atteint à peine 5 mètres d'épaisseur au puits du Crêt; ce nerf sépare, au mur, 0^m30 à 0^m40 de charbon. A part cela, je n'ai relevé de particulier que la coupe (fig. 6), au voisinage de la faille du Midi, en F, Pl. VI.

La couche du Petit-Moulin est non moins régulière et se subdivise de même dans la direction où toutes les couches s'altèrent.

Couche Siméon (8e). La couche Siméon, étrangère au faisceau des précédentes, change à tout instant de composition, de puissance, de qualité, d'une manière spéciale, par des dépôts qui, outre leur excessive variabilité, ne sont pas toujours parallèles.

A la Côte-du-Rieux (Pl. VI), le milieu de la couche, en augmentant d'épaisseur, voit diminuer le nombre de ses divisions en bancs; la planche inférieure du mur disparaît vers le Sud. Au Nord du tunnel, après une perturbation affectant les deux bancs supérieurs, la couche reprend son épaisseur normale de 4 à 5 mètres qu'elle conserve jusqu'au point I de la petite carte. En ce point, se produit tout à coup un changement dans la partie supérieure de la couche par l'apparition subite (Pl. VI, fig. 14, A) d'une barre rocheuse aux formes bizarres composée de noyaux que je représente à part (Pl. IX, fig. 5); mes souvenirs me permettent de les rapprocher des rognons de gore blanc trouvés dans la couche du Mouriné (fig. 5'). Quoiqu'il en soit, les noyaux de la barre A sont durs et lourds, à texture grenue; ils sont séparés par du charbon moureux, lorsqu'ils ne se touchent pas soudés les uns aux autres; le charbon pénètre, d'ailleurs, par des espèces d'incisions, au-dedans des noyaux ou entre leurs lobes arrondis, de telle façon que les deux roches doivent être tenues pour des formations contemporaines; le charbon n'est pas stratifié à l'approche de cette barre et devient très mauvais après. A l'affleurement de la couche (fig. 15), on voit une barre m de roches concrétionnées analogue, qui doit donner la main à la précédente; du côté Ouest, en effet, le charbon est tendre et à peine stratifié, et, à l'Est de m, il est en général argileux et à feuillets très contournés.

A partir de la barre A (fig. 14, Pl. VI), la couche varie sans cesse; sa partie inférieure e ne change tout d'abord pas; la partie supérieure b devient tour à tour schisteuse, puis meilleure, et, après l'amorce de schiste argileux v, très sale, principalement en a; un peu plus loin, le charbon tendre et argileux sur la sole, est recouvert de bon charbon qui, à son tour, devient aussi moureux; la sole très irrégulière présente des bosses et, dans les intervalles, des veines et lentilles rocheuses séparées par du charbon clapeux; ensuite la couche augmente par une planche qui s'ajoute au toit. Coupe 16 : la couche d'arrière monte transgressivement sur du charbon qui commence, à partir d'un joint xy, par du schiste charbonneux

divisé par des nerfs de mannifer; les bancs de ce charbon passent ensuite par tous les degrés d'impureté, sans que ni leur épaisseur ni leur stratification soient altérées; le toit se poursuit en ligne droite sur les parties d'épaisseur très variable de la couche, sans se ressentir du moindre tassement inégal de cette dernière. Coupe 17, faisant suite à la précédente : le banc inférieur passe au charbon argileux à structure ondulée, et, de la poche K, s'élève un banc de beau charbon qui devient presque aussitôt médiocre en reprenant l'horizontale. Figure 18 : le toit jusqu'à présent distinct, est masqué ou formé de bandes de roches entremêlées de houille, et, tout à fait à l'avancement, la couche moureuse passe en haut, peu à peu, à du gore et en bas, presque subitement, à la même roche.

Résumé des faits ci-dessus décrits.

Dans la région que nous venons de parcourir, depuis la barre rocheuse I, la sédimentation de la couche Siméon a dû être très troublée, le charbon se modifiant lentement ou rapidement, en bien ou en mal, plusieurs fois de suite et à peu d'intervalle. Entre le charbon ordinaire et le charbon moureux s'intercale le charbon cru; le charbon moureux paraît avoir pu se déposer en même temps que l'autre, dans des circonstances où l'argile se précipitait plus facilement. Le beau charbon est mieux stratifié que le mauvais. Les bancs inférieurs de la couche sont discontinus, buttant aux saillies du mur, dans les dépressions duquel le charbon, en masse plus épaisse, est ordinairement plus pur que là où la couche est rétrécie.

Au puits du Crêt, la couche Siméon est non moins variable qu'à la Côte-du-Rieux; elle prend tantôt une grande épaisseur et alors elle est formée de beau charbon, ou se rétrécit et, par l'introduction de nerfs, devient inexploitable; des bancs de cru alternent avec le bon charbon et les deux qualités passent souvent de l'une à l'autre. Entre autres faits curieux, je figure, dans la coupe 19, une remonte où la couche est remplacée assez rapidement par un coin de schiste; dans la coupe 20, un chantier où la planche de charbon inférieure passe au schiste charbonneux; et, dans les coupes 21 et 21', des masses de schiste contenues dans la couche, très irrégulièrement divisées par des veinules de houille et passant par les pointes au charbon; il paraît qu'au puits Imbert du Cluzel la 8^{e} couche présente aussi des variations de toute espèce qui, en dépit d'une plus grande épaisseur de charbon, rendent son exploitation peu fructueuse.

Tout cela contraste beaucoup avec la manière d'être de la même couche aux environs de Saint-Étienne et même du côté de Firminy, la 8^{e} couche étant une des plus régulières et des mieux stratifiées du bassin.

VII.

Dépôts adventifs et parasites des couches de houille : lentilles et boules de grès ou de schiste incluses, rig-and-rock, rolls, horses, swells.

Les couches admettent dans leur intérieur, comme nous venons de le voir, des masses rocheuses qu'il nous importe de classer et d'interpréter avant de continuer nos descriptions.

Nous ferons, tout d'abord, remarquer qu'elles gisent plus spécialement dans les régions où des courants d'eau sont indiqués par des dépôts irréguliers.

Il y en a de deux sortes. Les plus simples sont les boules et lentilles de grès isolées dans la houille. D'autres fois, les matériaux terreux sont liés au charbon comme les masses de schiste fig. 21 et 21', Pl. VI.

Figure 8.

Grande et petite lentilles de grès isolées dans la houille.

Lentilles et boules de grès dans la houille.

La fig. 8 représente une petite et une grosse lentilles de grès incluses dans la houille; la première, qui déprime à peine la partie inférieure de la 5e couche, fait monter son banc supérieur comme sur un plan incliné. Les rapports de gisement des lentilles avec la houille que j'ai le mieux observés, sont les suivants : 1° elles correspondent à une colle, comme le montre le schéma ci-dessus; 2° elles usent et dépriment les planches de charbon inférieures; 3° par contre les planches supérieures s'amincissent et sont convexes; tout indique que le bord des lentilles s'est déposé en talus dans un tournant d'eau, mais, et cela est à remarquer, le courant qui a amené le sable n'a pas érodé sensiblement la couche, comme cela aurait eu lieu si le charbon était resté longtemps mou ou facile à attaquer.

La présence des boules de grès dans la houille n'a rien d'extraordinaire; on trouve les pareilles dans certains schistes, en dépôts irréguliers. Dans la couche d'anthracite de Saint-Claude (Roannais), il y en a de toutes formes et dimensions, disposées irrégulièrement, principalement vers le toit; elles sont souvent si bien délimitées, ou, en d'autres termes, paraissent si indépendantes de la houille, qu'on les a supposées avoir été amenées de toute pièce; mais, outre qu'elles sont énormes, j'ai constaté, aux veinules de schiste charbonneux et même de charbon qui les

divisent parfois en prolongement des nerfs de la couche d'anthracite, qu'elles se sont formées sur place en même temps que la houille.

En outre des boules et lentilles de grès isolées dans l'intérieur des couches de houille, il s'est développé, à quelques endroits, d'énormes amas de grès, par exemple dans la 15e couche et la 3e brûlante, qui méritent la reproduction et une mention spéciale.

Formation de grès terminée en lentille dans l'intérieur de la 15e couche au Fay.

La fig. 1, Pl. VIII, donne la limite d'une formation de grès considérable, qui stérilise la 15e couche au Sud-Ouest du puits du Fay. La coupe AB, que j'ai prise moi-même, a rapport au banc supérieur de la couche, dont les planches vont se terminant en sifflet sur le bord très incliné de la lentille; en arrière, existe un escalier de schiste découpé par des coins de charbon qui le rattachent comme formation à la couche; celle-ci est surmontée d'un faux toit charbonneux que le grès supérieur a souvent entamé, comme en entonnoir, jusqu'à la houille. Le grès de la lentille est compact, très grossier, de nature micacée et contient beaucoup de grains de quartz.

Au sud du puits Saint-Martin (fig. 1, MN), la lentille, qui occupe la place des bancs moyen et supérieur, relève le banc supérieur qui s'effile au-dessus, ainsi que les roches du toit, le tout étant couronné par une petite couche de 1 mètre située à 25 mètres de la grande, laquelle petite couche n'éprouve ni déviation ni altération sensible au-dessus du dépôt irrégulier dont il s'agit.

Le lobe terminal N. E. de cette formation a été étudié par M. J.-B. Reymond qui m'a obligeamment fourni les éléments de la coupe CD et de la description suivante. Dans cette coupe, la lentille a pour mur le banc inférieur de charbon; le grain de la roche, formant cette lentille, est fin en bas; il augmente en grosseur jusqu'à la crête, où se trouvent des galets de la dimension d'un œuf; la lentille est en pente de chaque côté; le banc supérieur est exploitable sur presque tout le flanc S. E; il se resserre à mi-hauteur du côté opposé plus abrupte; en α (fig. 1), il offre en son milieu un banc de poudingue. La couche, à l'Est de la lentille, a une épaisseur et une composition variables; au point β, elle atteint, dans un bas-fond, une épaisseur de 13 mètres.

Ne dirait-on pas que cette lentille du Fay est le résultat d'une invasion de grattes micacées, venues du S. O., après la formation du banc de moure inférieur qu'elle n'a pas enlevé, ce qui est à remarquer. C'est, sans doute, à cette invasion que doit être rapporté le banc de gratte qui se forme à l'Est du puits Petin, au milieu de la même couche, et attribuer la schistification de sa partie supérieure au puits Verpilleux (Pl. IV, fig. 1).

Amas de grès dans la 3e brûlante (7e *bis*).

La 3e brûlante (fig. 2, 2', et 2'', Pl. VIII), considérée dans son ensemble avec ses trois parties séparées par de forts entre-deux, offre l'exemple remarquable d'un amas gréseux ayant pris la place d'une grande partie de cette couche, au niveau de 154 mètres, en face du puits de l'Ondaine. Connu sur plus de 400 mètres de longueur, il est à peu près parallèle à la direction de la couche qui est E. 25° N. L'éro-

sion augmente à l'Est où elle atteint les planches inférieures, coupant les bancs de houille en sifflet; il semble que le charbon devait déjà être dur lorsque l'érosion s'est produite. Or, l'événement, qui a déterminé la formation de l'amas, date de la fin, de la formation de la couche du milieu, dont le banc supérieur passe au-dessus du dépôt adventif et rejoint même, à un endroit, la planche supérieure fig. 2'', grâce à un ressaut dû au tassement inégal du grès et du schiste adjacents. En face des puits Devillaine, la planche supérieure passe sur l'amas sans dérangement autre qu'une légère divergence.

Escaliers et masses de schiste ou de grès en dedans des couches de houille (rig-and-rock).

Comme autres dépôts parasites des couches de houille, je signalerai des escaliers de schiste, par exemple ceux indiqués en K, fig. 1 AB, pl. VIII, et en *a* et *b*, fig. 4, dont la présence est d'autant plus difficile à comprendre qu'ils sont très restreints ; toutefois le dernier procède de schistification comme les parties *c* et *d* de la fig. 4, Pl. VIII et se rattache au même phénomène.

Ces masses de roches internes sont analogues aux rig-and-rock, nom sous lequel on désigne, en Angleterre (1), des dépôts de grès isolés dans l'intérieur des couches de houille, stratifiés eux-mêmes par des veines de charbon, et envoyant dans celui-ci des pointes rocheuses; on a supposé des dépressions pour les recevoir, mais, outre qu'ils traversent plusieurs bancs de charbon, il y a des liaisons de toute espèce entre la roche et la houille, de manière à ne pouvoir garder le moindre doute sur leur formation contemporaine sous l'eau.

Bosses du mur en fausse sole (Swells).

Il existe des formations rocheuses analogues aux rig-and-rock qui surmontent le mur des couches de houille, comme la bosse en fausse sole signalée à la base de la Grille (Pl. VI, fig. 4), ou mieux celle fig. 13, Pl. VII; la couche de Bert (fig. 12) présente, sur son mur, en β, une formation plus semblable aux swells, ou ondulations du mur des couches au bord desquelles viennent mourir les bancs de houille. Je n'ai pas eu l'occasion et de poursuivre ces bosses et de remonter les courants d'eau qui en ont apporté le limon.

Barrages du toit (Rolls).

D'un autre côté, le toit des couches descend souvent dans leur intérieur et les sillonne plus ou moins profondément, formant ce que l'on peut appeler des barrages.

Il y a deux sortes de barrages.

Ceux α fig. 12, pl. VII et ε fig. 14, ou mieux les rolls ramifiés au toit de la couche Upper-Freeport en Pensylvanie (figure 9) se présentent, comme l'a bien observé John Blandy (2), semblables à des descentes du toit interrompant la couche, parfois jusque près de son mur, dont elles ne sont plus alors séparées que par de la houille mélangée de schiste ; mais, par côté, on constate une interstratification de la matière terreuse avec le charbon, qui se sont en même temps et alternativement déposés dans le même courant d'eau pendant la formation de la houille. L'auteur précité a

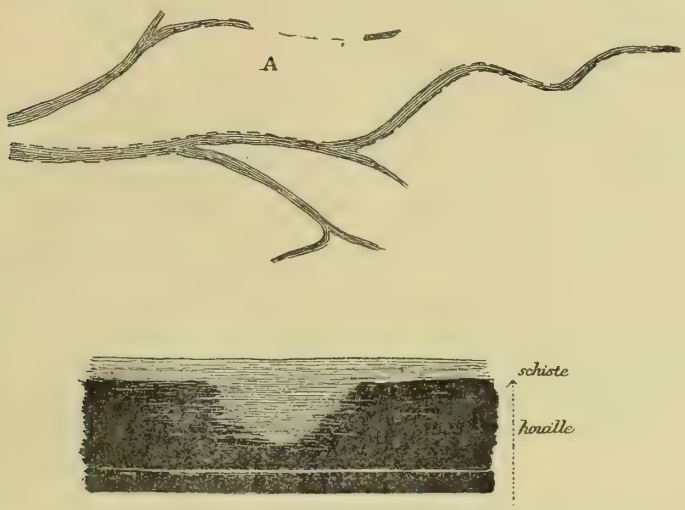
(1) *South Staffordshire coal-field*, p. 51.

(2) *Transactions of the american Institute of Mining Engineers*, 1876, vol. IV, p. 113, pl. I.

eu la patience de les relever, pendant l'exploitation,et a pu ainsi restaurer le cours ramifié des rolls remplis par le schiste du toit (fig. 9). Vers l'extrémité des branches,

Figure 9.

Courant d'eau ramifié sur la couche Upper-Freeport. — Plan et coupe.



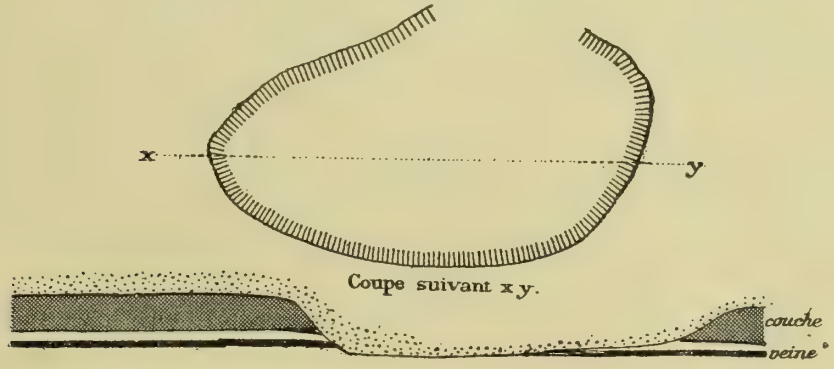
En A, couche régulière mais réduite (houille bonne).

la descente du toit diminue et disparaît. M. Blandy ne s'explique la formation des rolls par aucune théorie connue de la formation de la houille. Les détails signalés ci-dessous nous en rendront compte.

Érosions (Horses). On a partout constaté des descentes du toit dans l'intérieur des couches de houille, coupant net en biais les planches de charbon, comme cela est indiqué Pl. VI, 1, 2 et 3; elles se poursuivent en ligne droite; cependant il y en a qui sont limitées de toute part, comme la descente du toit de la couche des Littes (fig. 9 *bis*),

Figure 9 *bis*

Couche des Littes (descente du toit). — Plan et coupe.



sans rupture jusqu'à la base de cette couche. Dans ces différents cas, comme dans ceux représentés fig. 10, il y a eu érosion.

Les couches d'anthracite de Pensylvanie, qui sont recouvertes de grès grossiers, ont été labourées par des courants qui se réunissent entre eux, comme les affluents d'une rivière. De même, la couche du milieu de Bert est coupée de barrages ramifiés dans le sens E. O., atteignant parfois le mur, en outre des rolls qui n'en stérilisent que la partie supérieure.

Caractères mixtes de certains barrages du toit.

Les barrages du toit de la 3e couche, à Pomarèze (Pl. VII, fig. 16), présentent un caractère mixte, car, au cas figuré, correspond un renflement du mur et des changements notables à la base de la couche; cependant cette couche est coupée nettement, au moins d'un côté, par un remplissage de schiste froissé ressemblant à la roche du toit. Les dits barrages (voir petite carte, Pl. VI) sont parallèles entre eux et dirigés E. O.; ils diminuent à la fois de largeur et de profondeur en amont, où la couche est plus épaisse qu'en aval; leur bord est plus abrupte du côté d'amont que du côté d'aval. Comme ils ne sont pas sans rapports avec les serrées ou inflexions du mur (fig. 16', Pl. VII), auxquelles les bancs de charbon s'arrêtent, peut-être les dits barrages sont-ils dus à des courants d'eau qui, déterminés par de légers ridements du sol, ont influé sur les dépôts de matière végétale, dès l'origine, et ont repris suffisamment d'importance, après, pour creuser, à la même place, de nouveaux lits dans la houille formée.

Ils participent des serrées et correspondent à des courants d'eau datant de la formation de la houille.

Les rolls et horses participent en effet des serrées, celles-ci, dans la grande couche Malafolie, au puits Monterrad (fig. 15, Pl. VII), étant susceptibles d'offrir des descentes de toit jusque près du mur; le charbon, laissé au-dessous, est tendre, moureux et entremêlé de nerfs; il y a, de plus, des pénétrations latérales de la roche dans le charbon; bref, on dirait une espèce de roll produit par un cours d'eau permanent pendant le dépôt de la matière charbonneuse.

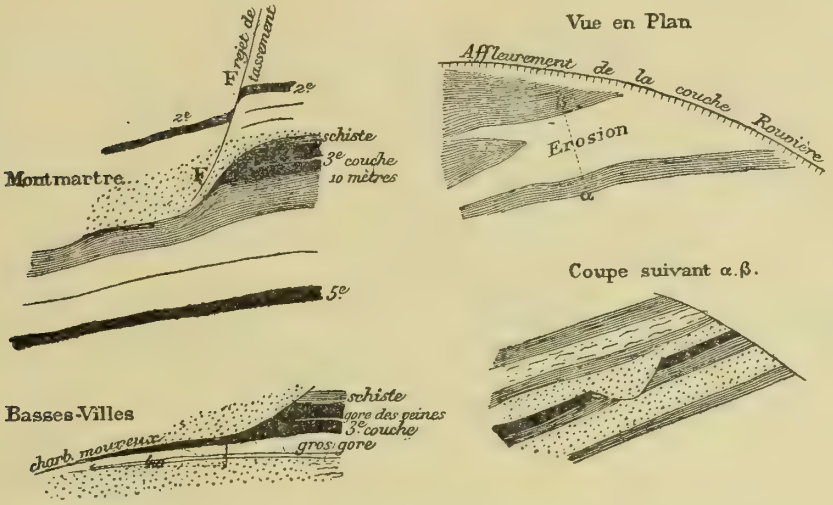
La grande couche de Montrambert présente des barrages du toit, orientés Est-Ouest comme la faille Barbet qui, coïncidant avec une ancienne falaise, a dû dévier les courants d'eau, dirigés N. S., en général, dans cette partie du bassin.

Erosion de la 3e couche à l'Est de Montmartre.

La 3e couche entre Polignais et Montmartre est, l'on peut dire, supprimée à l'Est d'une érosion remarquable à partir de laquelle, du coté de Sainte-Barbe, les roches changent de nature et d'allure. L'érosion (fig. 10) n'est donc pas la seule cause de la disparition de la couche. A l'Est de Châtelus, au Nord de Polignais, le charbon est recouvert d'un grès grossier qui, coupant obliquement les planches de charbon, réduit la couche à 1 mètre; en même temps, le charbon devient pierreux, le gore des veines va butter au mur, etc., tout dénotant l'influence d'un cours d'eau qui, venant du Nord, paraît avoir stérilisé la couche dans la vallée du Furens.

Figure 10.

A. *Érosion de la 3e couche à Montmartre et aux Basses-Villes (Loire).*
B. *Érosion de la couche Rouvière (Gard).*



FF. Rejet, faille de tassement.

VIII.

Rapports des couches de houille avec leur toit et leur mur.

Après ce que nous avons dit de la structure interne des couches de houille, les rapports qu'elles ont avec les roches encaissantes compléteront leur connaissance.

Rapport entre la houille et les grès encaissants.

Comme transition au paragraphe précédent, j'examinerai tout d'abord le cas où un toit de grès recouvre directement les couches. Dans ce cas, la surface de jonction est ondulée, moins par suite de l'usure du charbon par les eaux courantes qui ont amené les sables, que par un tassement inégal des masses; cependant, en l'absence d'un faux toit de schiste, il s'est produit de légères érosions, tantôt isolées en cul-de-chaudron (exemple : couche de Niwka, Pologne), tantôt sillonnant la couche, (exemple : Pl. VI, fig, 1, 2 et 3, ou mieux figure 11). Mais je ne crois pas, avec M. Grüner, que les amincissements et disparitions de couches soient généralement dûs à des érosions, tout en reconnaissant que, dans l'Aveyron, les poudingues, qui forment le toit des couches, soient cause de leurs interruptions fréquentes.

Nous avons vu des érosions produites par des courants d'eau ayant influé sur le dépôt du charbon. Celle que présente, au Nord, l'amas du puits Neyron (Pl. VIII, fig. 4), ne touche en apparence que le schiste superposé à la couche; mais le cou-

rant qui l'a causée, évidemment sous une faible profondeur d'eau, vu l'exiguité de l'effet, paraît avoir existé déjà pendant la formation même de la houille sous-jacente, dont l'amincissement est un accident de dépôt.

Comme contre-partie des masses rocheuses qui pénètrent du toit ou du mur dans l'intérieur des couches de houille, celles-ci envoient parfois, dans les grès encaissants, des dérivations qui relient, sur le passage de certains courants, les couches à leur mur ou à leur toit. Nous avons déjà figuré, Pl. VI, *a* et *a'*, des planches de charbon s'écartant sous un fort angle de la couche principale. La 5e couche à la Marie-Blanche, outre les veines de houille *b* et *b'* qui s'en détachent et s'élèvent obliquement entre les coins de grès du toit, comme le montre la fig. 11, pré-

Figure 11.

a, grandes écorces.
b, veine de houille montante.
b' veine de schiste charbonneux remplie de *Sigillaires*.
b'' filet de charbon descendant.
b''' bande de houille appartenant à la couche.
e empreintes et filets de houille.
h, houille.

sente ce fait remarquable que les veines de houille isolées *b''* et *b'''* appartiennent, par les fossiles, à la formation de ladite couche en ce point amincie par un dépôt de grès faisant également partie de cette formation, comme la lentille décrite plus haut.

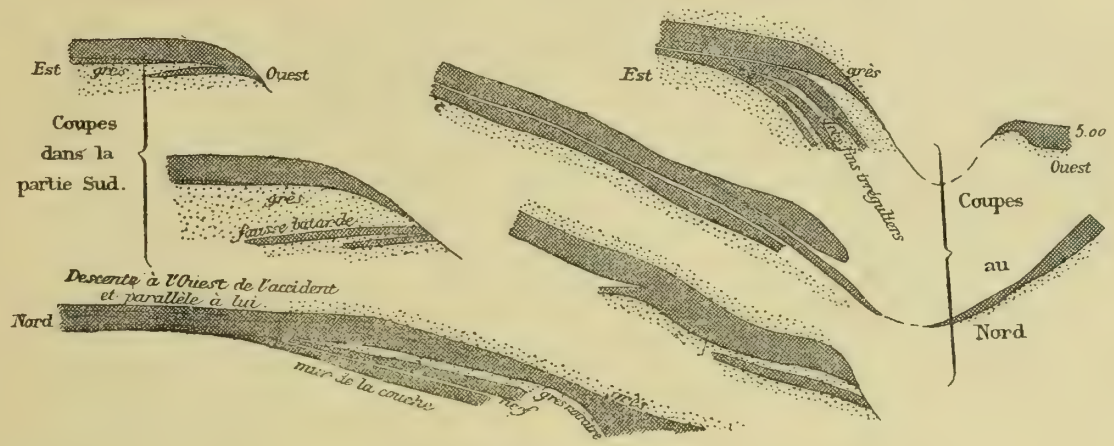
La couche de Rive-de-Gier, de composition si constante, offre, sur le passage de la faille Saint-Jean, des divagations d'une autre sorte dans les grès du mur, représentées sur la fig. 12 (voir page 47).

Les couches de houille sont ainsi parfois mal définies, soit au toit, soit au mur. La couche de Chapoulet, dont la coupe, suivant la pente, est représentée, fig. 6', Pl. VIII, se relie à son mur par des veines de houille impure entourant les lentilles de gratte de manière à ne pouvoir en être séparée comme formation. Par contre, le toit de schiste est très régulier, là même où le mur est des plus mouvementé (1).

(1) Le charbon repose directement sur la gratte, ou par l'intermédiaire d'une croûte schisteuse à empreintes. Le charbon est schisteux et argileux dans les parties rétrécies et meilleur dans les parties renflées. Les lentilles de gratte, orientées N.-O., sont séparées par du schiste ou du charbon nerveux et froissé, ou argileux et contourné.

Figure 12.

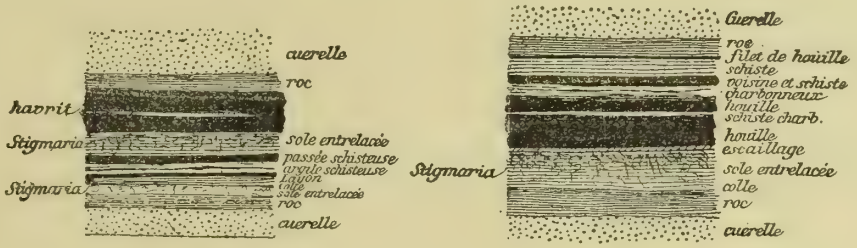
Coupes de la grande couche de Rive-de-Gier, perpendiculaires à la faille de Saint-Jean



Échelle 1/20 000.

Lorsque la houille est entre du schiste, les couches sont régulières, les dépôts concordants et parallèles, et les rapports avec les roches encaissantes consistent en veines liges situées soit dans le toit, soit dans le mur, et susceptibles de se réunir à la maîtresse couche (exemple : couches de Rive-de-Gier, Pl. V, fig. 8). Dans le Nord de la France, les couches sont assez fréquemment accompagnées de *voisines* souvent schisteuses qui, comme l'indiquent les coupes de la figure 13, se trouvent tantôt au toit, tantôt au mur.

Figure 13.



Toit et mur des couches de houille dans le centre de la France.

Chez nous, les couches de houille sont souvent couronnées par une planche de charbon cru gris, dite *croûte,* ou par un faux toit schisto-charbonneux renfermant les empreintes qui ont contribué à former le charbon ; il est assez remarquable que le grès du toit renferme aussi les mêmes sortes de débris fossiles.

Au mur des couches, il y a parfois une fausse sole schisto-charbonneuse (C. du Sagnat, Pl. IX, fig. 1) ; la séparation est plus souvent marquée par un joint argilo-charbonneux. Nous avons représenté, dans les *Annales des mines* (8e série, tome I, pl. 1, fig. 8), la base de la couche de la Grille.

Généralement, le mur des couches est plus indépendant du charbon que le toit ; nous en donnerons plus bas des preuves irrécusables ; en sorte que, lorsqu'elles paraissent reliées au mur par du schiste charbonneux (exemple Brassac), ou lorsqu'il est difficile de tracer une limite entre la houille et les schistes de base (exemple : Decazeville), ces schistes font, dans les deux cas, partie de la couche.

J'ai discuté, dans mon *Mémoire sur la formation de la houille*, l'indépendance des couches d'avec la végétation de leur mur et de leur toit, avec assez de détails et de faits probants pour que je n'aie pas à y revenir, d'autant plus que je n'ai rien de bien nouveau à ajouter.

Toit et mur des couches de houille dans le terrain houiller paralique.

Ce qui distingue la couche de houille dans le Nord de la France, l'Angleterre, la Westphalie, la Silésie, les Asturies, la Pensylvanie, la Nouvelle-Écosse, etc., c'est un mur d'argile (underclay), à texture entrelacée par des *Stigmaria*, sans autres fossiles que quelques *Calamites* ; et un toit de schiste noir à empreintes nombreuses et variées. Tandis que le mur est très constant, le toit varie considérablement. Ce double caractère est partagé par les passées et même par les layons isolés qui sont des couches avortées.

Mais, nombre de ces sols de végétation à *Stigmaria*, que l'on a considérés comme devant fournir la clef de la formation des couches de houille, sont recouverts de grès sans charbon, et c'est à ce fait que Ferfay doit la fréquente interruption de ses veines. Les sols à *Stigmaria* sont 2 ou 3 fois plus fréquents que les lits de houille et supportent parfois du fer carbonaté lithoïde ; la houille, en Angleterre, repose non rarement sur le grès, et même directement sur les bancs du Millstone-grit. Dans l'Oural, les couches sont généralement sur des argiles schisteuses à *Stigmaria*, celles de Bodovsky et Hélène, à Kizell, ont, en outre, un toit de schiste à *Stigmaria*, tandis que la couche Anatole de Lounia est entre grès-quartzite, sans aucune interposition schisteuse ni *Stigmaria*. La couche de 6 mètres de Koenigshütte (Silésie) repose sur du gore sans *Stigmaria*. Il n'y a donc pas de rapport forcé entre la houille et l'underclay ; aucune liaison matérielle n'existe, d'ailleurs, entre elle et les *Stigmaria*, une interposition argilo-charbonneuse les sépare, témoignant d'une indépendance complète ; au reste, les *Stigmaria*, dérasés au niveau du mur, ont été remplis d'argile avant le dépôt de la houille, comme je m'en suis rendu compte à la couche Bâtarde (Pl. VII, fig. 17), qui reproduit, chez nous, les couches du terrain houiller moyen, jusqu'à renfermer dans son intérieur une barre de schiste à *Stigmaria*, remplacée, il est vrai, aux Grandes-Flaches, par un filet de moure et, au Mouillon, par un petit nerf ; sa petite mine a également un mur à *Stigmaria*.

Toit et mur des couches de houille dans les formations carbonifères marines.

Dans les formations houillères, en tout ou en partie marines, les couches de houille occupent une situation contradictoire, très difficile à expliquer, entre calcaire et underclay à *Stigmaria*.

Aux South-Joggins, les couches sont entre underclay à *Stigmaria* et calcaire bitumineux, d'eau douce ou saumâtre; ce dernier existe parfois dans la houille elle-même avec des Naïadites, Cythères et Poissons. Dans le Canada, c'est principalement au voisinage des couches que les schistes contiennent des fossiles animaux. A Wigan, les Lower-coal-measures sont si fossilifères, à proximité et au toit des couches, où les Fougères abondent avec les coquilles marines en place, que l'on a supposé les végétaux houillers capables de croître dans une mer peu profonde.

M. Dawson, voulant que la houille soit une formation supra-aquatique, est obligé de poser en fait que, dans ce cas, le sol a été alternativement marais et lagune, et qu'il a éprouvé un grand nombre d'affaissements saccadés. Tant qu'on a ignoré la nature de l'underclay à *Stigmaria*, on pouvait d'autant moins se représenter autrement le mécanisme de la formation que la présence du calcaire n'exclut pas les tiges enracinées.

Possibilité de la formation de la houille dans la mer à l'abri des vagues.

Mais il n'y a pas forcément, toujours et partout, une pareille sole (bottom-clay) sous les couches recouvertes de calcaire, et, dans les terrains réellement marins, il m'a semblé que les lits à *Stigmaria* font exception. En Pensylvanie, d'après M. White (1), tandis que les 2 couches Mercer sont accompagnées de calcaire au toit, souvent sans schiste interposé, les couches Freeport ont du calcaire au mur; toutefois, la plupart du temps, elles en sont séparées par du Fire-Clay; le Pittsburg-coal, d'après M. Lesley, arrive à toucher le calcaire qui lui est inférieur, sur le Monogahela à l'écluse n° 4. Dans l'Illinois et le Kentucky, d'après les renseignements que je tiens de M. Lesquereux, le calcaire, supérieur aux couches, n'en est parfois séparé que par quelques centimètres de marnes, contenant des coquilles marines, susceptibles de passer graduellement au charbon pur. Dans le Lothian, le Berwickshire et le Millstone-grit d'Oldham, de petits filets de houille sont immédiatement recouverts de calcaire marin ou de coquilles marines. Au Cap-Breton, ce n'est pas toujours la houille qui repose sur l'argile inférieure, mais bien souvent du schiste charbonneux ou des schistes calcaréo-bitumineux, coquillers, également susceptibles de se transformer en houille; il y a, d'ailleurs, des veines de houille, comme des veines de schiste, entre calcaire, et il n'y a pas de doute que le charbon n'ait pu s'accumuler dans la mer par le même moyen que s'y sont déposées les empreintes végétales.

La houille, alternant avec le calcaire, ou avec des grès ou schistes marins, leur est, en effet, associée par le contact immédiat, les intercalations, le parallélisme et la grande extension des dépôts, de manière que Bischoff a pu soutenir qu'elle a été

(1) Second geol. Survey of Pensylvanie. *Report of progress* 1877 et 1878.

formée par des végétaux portés à la mer, ce qui est certainement vrai pour quelques couches des bassins paraliques.

Circonstances difficiles à concilier.

Une difficulté cependant se présente, lorsqu'il y a des *Stigmaria* au mur de couches recouvertes de coquilles marines, ce qui ne paraît pas très rare : dans ce cas, force est d'admettre, dans l'état actuel de nos connaissances sur ces végétaux, la domination fréquente de l'eau douce sur l'eau salée, à moins que, comme certains animaux marins, ils aient pu s'accommoder d'une eau saumâtre. D'un autre côté, lorsque les calcaires marins sont puissants, comme en Pensylvanie, il n'est pas aisé de se figurer une mer peu profonde.

Rapports constants entre la houille et les roches encaissantes.

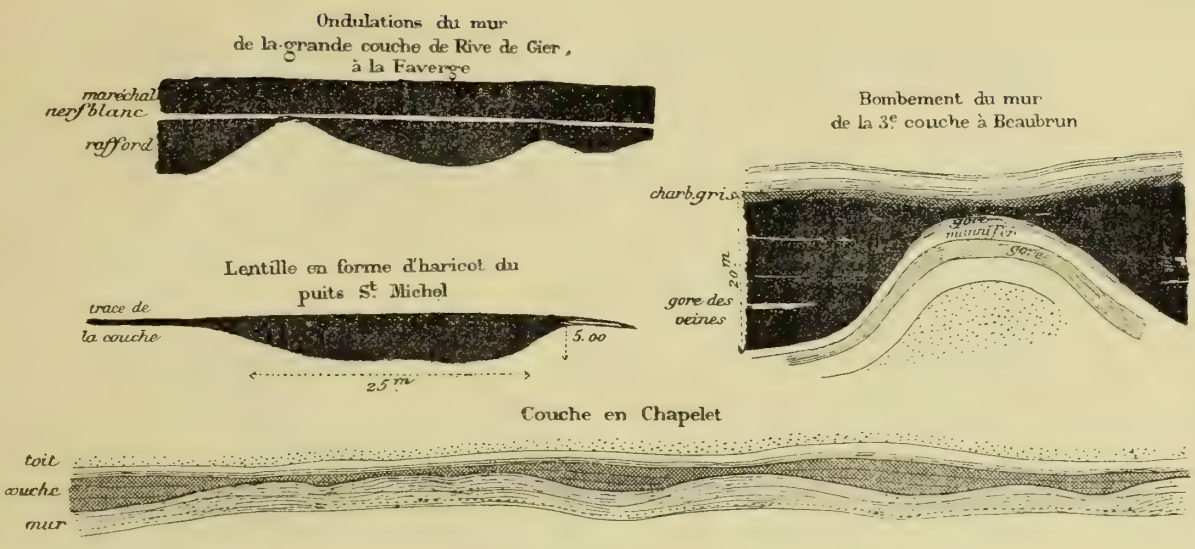
Quoiqu'il en soit, il n'y a de constant, parmi les caractères de gisement de la houille, que le signe indéniable d'un dépôt stratifié tranquille, précédé, verrons-nous, d'une longue préparation pendant laquelle les roches préexistantes ont subi une décomposition complète et une action de contact intime avec la matière charbonneuse. Et la houille ne tranche tant avec les roches que parce qu'elle provient de matières plus légères ayant pu s'étaler sur de plus grands espaces que les schistes, lesquels présentent quelquefois, comme l'indique la fig. 18, Pl. VII, un gisement analogue à celui de la houille.

DES ONDULATIONS ET RESSAUTS DU MUR DES COUCHES DE HOUILLE.

Il n'y a pas, dans le Centre de la France, un Ingénieur attentif qui n'ait remarqué un fait portant en lui-même un enseignement que nous mettrons plus loin à profit, à savoir qu'au mur les couches présentent beaucoup plus d'inégalités que contre le toit

Or, en pareil cas, nous avons vu que les bancs de houille inférieurs se sont déposés parallèlement à la stratification générale de la couche autour des saillies du mur, ou *swells,* et s'y terminent effilés, ce qu'a aussi reconnu M. Beete Jukes, en Angleterre. Nous avons représenté quelques exemples prouvant, avec ceux qui suivent, que la houille s'est accumulée dans une stricte position horizontale. Sur la fig. 19, Pl. VII, on peut voir les inégalités du mur de la 14e couche au Montcel comblées par des veines de houille impure parallèles aux bancs formant cette couche. A Beaubrun, Croix-de-Mission, le mur de la 3e est tout en bosses, et la fig. 14 montre l'une de ces bosses composée de bancs cintrés et contre laquelle buttent, presque sans recourbement, les nerfs de ladite couche. Assez souvent, à Rive-de-Gier, les couches offrent des ressauts de mur antérieurs à la formation de la houille, comme celui figuré Pl. V, concernant la couche du Péron, ou plutôt des ondulations obéissant à la loi des serrées d'être généralement orientées N. S. ; elles affectent particulièrement la grande couche à la Faverge, où le rafford seul remplit les

Figure 14.



dépressions du mur, dont les protubérances s'élèvent jusqu'au nerf blanc et le dépassent quelquefois (V. figure n° 14).

C'est, chez nous, le plus souvent de cette manière, que varie l'épaisseur des couches, leur partie inférieure manquant, mangée par les soulèvements de la sole, comme disent les mineurs.

Ne semble-t-il pas, d'après cela, qu'un temps d'arrêt considérable se soit écoulé entre le dépôt du mur et celui du charbon? Il a vécu, en tout cas, dans l'intervalle, des arbres dont les racines sont restées implantées dans le mur (1). Dans cet intervalle, les roches ont eu le temps de se solidifier comme l'indique le ressaut du Péron, ou mieux la serrée E. 12° N. de la couche actuellement exploitée à Sainte-Foy l'Argentière (Rhône), (Pl. VII, fig. 20); cette serrée suppose un soulèvement du mur, limité à deux cassures s'étant produites dans une roche déjà durcie avant la formation de la couche. D'un côté de cette serrée, moins large et moins prononcée à l'Ouest qu'à l'Est où le charbon est schisteux, la couche n'a qu'un savon (ou gore blanc magnésien) et de l'autre trois; cette serrée s'annonce par l'amincissement brusque des savons, suivi presque aussitôt d'un saut du mur de 1 mètre à 1m30 n'affectant aucunement le toit; sur ce saut, la couche, réduite à 1 mètre d'épaisseur, ne possède plus le savon ni le rebanchet (contenant des nerfs assez caractérisés); les bancs supérieurs y sont même méconnaissables, sauf la carouge qui existe continuement sur ladite serrée.

(1) *Ann. des Mines*, 8e série, t. I, Pl. III, fig. 6.

IX

Mouvements du sol de dépôt pendant la formation des couches de houille.

La houille s'est déposée horizontalement sous les eaux courantes.

L'on a pu remarquer, dans les descriptions qui précèdent, des ressauts et ondulations du mur des couches, antérieurs à la formation de la houille qui s'est déposée horizontalement, comme en font foi les souches de plantes aériennes réparties sur une grande étendue de certaines couches, et comme, d'ailleurs, invite à l'admettre *à priori* la faible densité du limon charbonneux par rapport au limon terreux, même le plus fin. Le dépôt de houille a, en effet, corrigé, comme nous l'avons vu, les plus faibles inégalités du sol, avant de s'étendre, au-dessus, en lits continus; en raison de quoi, il est difficile de croire que le dépôt s'en soit fait dans des eaux tout-à-fait tranquilles, parce qu'alors la matière charbonneuse se serait étalée, sans interruption, sur toute la surface du fond ondulé.

En corrigeant les inégalités du mur, elle s'est prêtée à la formation de couches irrégulières.

Les inégalités du mur des couches de houille et le fait constant que le dépôt de celle-ci a, tout d'abord, tendu à les combler, expliquent beaucoup de variations dans l'épaisseur des gîtes de charbon du Plateau central de la France.

Ces inégalités n'obéissent souvent à aucune règle, paraissant dues au tassement inégal des dépôts irréguliers, où elles sont, en effet, fréquentes et variées.

Mais il y en a d'autres qui ont évidemment pour cause un mouvement du sol produit par la dynamique interne.

On a rapporté les ramifications des couches à *Stigmaria* à un affaissement intermittent de la partie subdivisée par rapport à l'autre. La connaissance que j'ai acquise des mœurs de ces plantes me permet de rapporter cet évènement tout simplement à l'intervention répétée d'un cours d'eau chargé de limon. Le sol ferme des bassins marins ne se serait d'ailleurs pas prêté aux mouvements complexes nécessités, dans cette hypothèse, par la subdivision des couches.

Il faut s'attendre à trouver sur le Plateau central beaucoup de couches de houille très affectées par les mouvements du sol de dépôt.

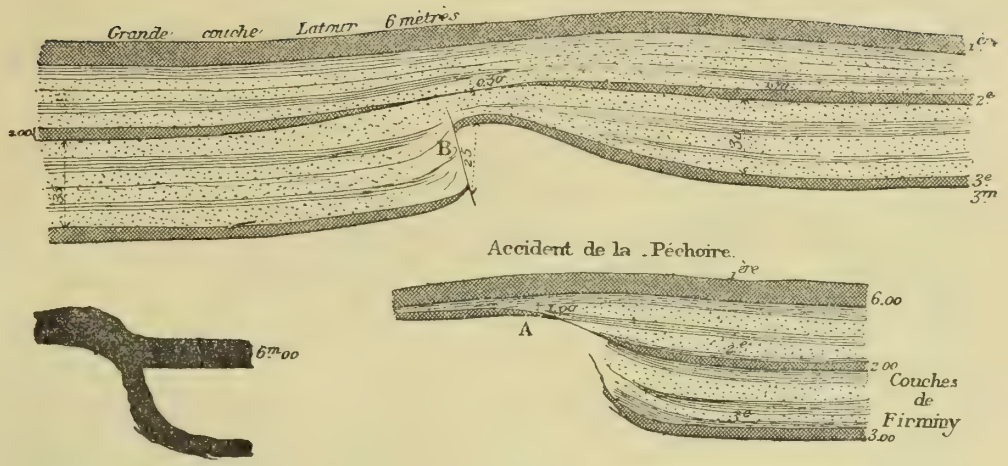
Au contraire, chez nous, où, d'après ce que nous verrons, le sol se déformait constamment et où la conformation des bassins très encaissés est dérivée de mouvements contemporains des dépôts, on doit d'autant plus s'attendre à en trouver les couches affectées que leur formation est de longue durée et a été interrompue par des repos considérables.

On doit donc être préparé à voir la structure et l'épaisseur des couches se ressentir des mouvements du sol de dépôt.

Disposition de couches s'expliquant par un ressaut contemporain de leur formation.

Lorsque l'on considère que le dédoublement de la Pécloire (fig. 15) est en rapport avec l'encuvement marqué du bassin à Firminy, il n'y a pas à douter que la branche inférieure ne se soit infléchie avant le dépôt de la grande couche Latour.

Figure 15.



Preuves de mouvements pendant la formation des couches de houille.

Comme preuve décisive de mouvements pendant la formation des couches de houille, je citerai le dédoublement Buat (Pl. VI, fig. 7) où j'ai trouvé, au toit de la branche inférieure et au mur de la branche supérieure, à 15 mètres au moins d'intervalle, des souches d'arbres aériens impliquant un affaissement tout local de la branche inférieure, autour de la charnière HK (fig. 8), avant le dépôt de l'entre-deux qui a rétabli le niveau. Les dédoublements de la Grille, qui s'évasent tous à l'aval, (voir la petite carte même planche), sont, d'ailleurs, parallèles aux failles-limites de Landuzière et du Bois-de-la-Garde, entre lesquelles s'est encaissé le sous-bassin de Roche-la-Molière, et il n'est pas invraisemblable de supposer que les dépressions, dont il s'agit, se rattachent à l'affaissement géogénique de ce bassin.

Je me figure aussi que c'est à un soulèvement, après la formation de la Bâtarde, du plateau triangulaire du puits Lacombe, à Grand'Croix, que doit être attribuée la stérilité de ce plateau, dont l'axe est N.-S., car la grande couche venant de l'Est y butte, comme à un ressaut, et, venant de la Peronnière, s'effile en montant, en pente douce, au-dessus. M. Gruner rapporte la stérilité dudit plateau à une érosion, mais toute la couche y est représentée par des planches amincies de carruche et de charbon terreux.

La 3e brûlante (Pl. II, fig. 1) offre les signes peu équivoques de mouvements répétés pendant sa formation, à l'approche de la faille de Barlet, comme si le sol eût ondulé, en ce point, parallèlement à la ligne d'affaissement qui se produisait le long de la dite faille ; car, en s'en éloignant, la 3e brûlante reprend une allure plus régulière, et les couches supérieures passent en ligne droite sur sa partie la plus tourmentée. Avec des dépôts irréguliers dirigés par cette faille, la couche offre des plissements parallèles (Pl. VIII, fig. 2', 2'', 3, 3' et 3'') dont quelques-uns paraissent dus à des mouvements pendant la formation.

Des failles, changeant les dépôts, ont commencé à se produire pendant la formation même des couches.

Il existe d'autres variations de couches coïncidant avec des ondulations du sol et auxquelles correspondent des failles suivant certaines lignes où le sol a tremblé avant de casser, comme en témoignent les faits suivants :

En principe, lorsqu'une couche a été rompue après coup et ses parties déplacées par une faille, elle est la même de part et d'autre du rejet.

Or, il y a des failles, — et elles ne sont pas rares, à Rive-de-Gier principalement, — des deux côtés desquelles les couches n'ont pas de tous points la même composition; dans ce cas, les mineurs disent que les failles changent la couche. Ainsi, il n'y a pas de Maréchal à l'Est du crain du Couloux, sauf au puits de la Planche, où cette partie supérieure de la grande couche de Rive-de-Gier est très faiblement représentée par $0^{m}50$ de schiste noir argileux avec veines irrégulières de charbon; et il paraît que c'est immédiatement à l'Est du crain de Couzon que cette couche devient tout-à-coup inexploitable, comme si ces accidents, ayant commencé pendant la formation, avaient soudain tous deux borné le dépôt de la houille. Au puits Saint-Étienne de la Faverge, au-delà d'un accident, la couche est aussi presque réduite au rafford ou banc inférieur; et, au Nord d'un rejet du puits Saint-Marcelin, elle est non seulement, tout à coup, plus mince, mais en même temps très mélangée de schiste. On a remarqué que les crains, affectant cette grande couche, suppriment 4 fois sur 5 sa partie inférieure, par suite de l'élévation antérieure du mur, et seulement 2 fois sur 5 sa partie supérieure, en vertu du principe posé en tête du présent paragraphe, par suite de l'exhaussement de la partie correspondante du sol de dépôt immédiatement après la formation du banc de houille inférieur.

La figure suivante, 16 C, montre, par l'entre-deux très différent qui sépare de la Bâtarde sa petite mine supérieure, et en raison de la différence de composition et d'épaisseur qu'offre, tout à coup, la couche et surtout le terrain de part et d'autre d'une faille, que celle-ci s'est produite entre la formation des deux parties.

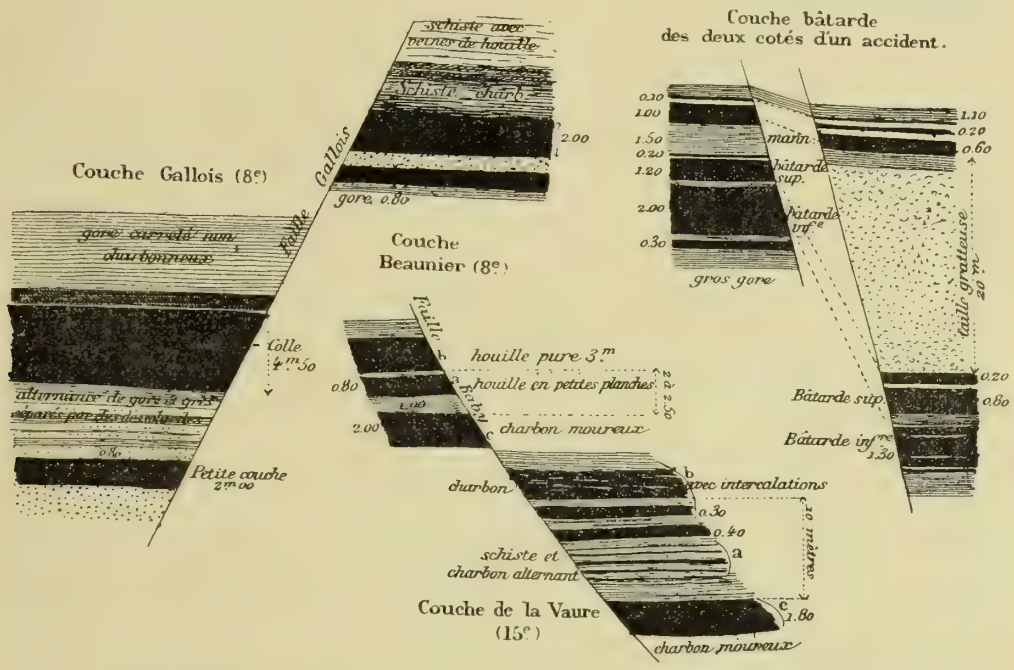
A Saint-Étienne, à beaucoup plus grande distance du terrain primitif, des changements de dépôt s'accusent également, à l'occasion des failles ou des ondulations.

On voit, sur la figure 16 B, que la faille Baby change subitement la composition, l'épaisseur et la nature des bancs formant la couche de la Vaure, et il ne paraît pas y avoir de doute que ce changement se soit produit pendant la formation à partir de la faille, à laquelle sont parallèles les lignes d'altération des couches de la Chazotte; la faille Voron, elle aussi, est l'occasion d'une nouvelle modification, dans le même sens, de la Vaure, ou 15^{e} couche.

A Villars, de part et d'autre de la faille Gallois (cliché n° 16 A), dont l'intersection avec la 8^{e} couche est parallèle à la faille du Furens, il semble que l'on ait deux couches différentes, gardant chacune sa composition et sa puissance sur une grande étendue, jusque tout contre la faille. Or, ce sont incontestablement deux parties dénivelées de la 8^{e} couche. Faut-il donc encore admettre que le rejet Gallois a fait sentir son influence sur la formation ? Je ne puis concevoir un changement aussi

Figure 16.

A. *Couches Gallois et Beaunier, séparées par la faille Gallois.*
B. *Couche de la Vaure et faille Baby.*
C. *Couche Bâtarde des deux côtés d'un accident.*



subit de composition que par un ressaut de mur ayant provoqué des dépôts, non seulement plus épais, mais très différents à l'Ouest par rapport à ceux de l'Est. Dans tous les cas, parallèlement au susdit rejet, courent, dans le champ d'exploitation de Beaunier, des bandes stériles dues à des redressements du mur, auxquels ne se prête que faiblement le toit, et sur lesquels la couche est altérée.

De tous les faits exposés ci-dessus et de ceux embrassant plus d'étendue et affectant une plus grande épaisseur de terrain, qui seront décrits au chapitre III, il suit que des mouvements divers du sol de dépôt se sont produits avant et pendant la formation des couches de houille, soit dérivés des soulèvements, soit tout simplement dûs à des tassements inégaux ou à des glissements de roches.

Dans le terrain houiller dit marin le sol de dépôt affermi ne se prêtait pas à des ressauts ou autres mouvements ondulatoires pendant la formation des couches.

Dans les bassins houillers du Nord que j'ai visités, je n'ai point remarqué de variations de couche en rapport avec les failles, qui sont toutes postérieures ; et cela ne doit pas surprendre, lorsque l'on considère la stabilité acquise par les formations anciennes, déjà consolidées, qui ont servi de fondement au terrain carbonifère.

X

Amincissements, renflements des couches, gisements en amas, en chapelet.

Le terrain de la discussion est maintenant préparé pour l'appréciation des étreintes de couche, auxquelles deux causes principales paraissent avoir contribué : 1° les irrégularités du sol de dépôt; 2° les courants dans la nappe liquide au sein de laquelle se formait la houille.

On avait indistinctement rapporté les étreintes de couche, surtout lorsqu'elles font suite à des renflements, à un déplacement de la matière charbonneuse sous l'effort d'une compression qui, en réduisant l'épaisseur du charbon, en aurait exprimé et refoulé la partie la plus pure dans les épaississements, pour ne laisser que du schiste charbonneux dans les amincissements.

Deux cas sont à distinguer : 1° celui où la serrée est, un effet de formation ; 2° celui où elle a été produite après coup.

Criterium de l'amincissement des couches de houille.

Dans le premier cas, les empreintes végétales ne sont effacées par aucun frottement des lamelles de charbon ayant glissé les unes sur les autres ; tandis que, dans le second, la houille est laminée et n'offre plus trace de composition végétale.

Caractéristique des serrées de dépôt.

Or, les serrées de dépôt sont caractérisées par l'introduction de nerfs dans le charbon où les empreintes végétales ressortent d'autant mieux qu'il devient plus cru (Pl. VII, fig. 21). Lorsque les couches ont été morcelées par des plissements, comme celles de Sallefermouse (Gard), la houille, ayant perdu sa stratification, n'éprouve aucune variation de pureté.

Les serrées de formation ont été produites par des courants d'eau.

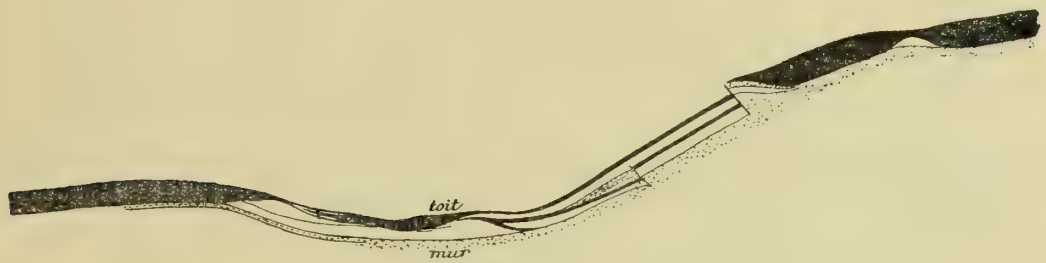
Les serrées de formation, mélangées de schiste, portent le signe d'une sédimentation plus agitée que la houille, car, dans l'ordre des dépôts consécutifs, le charbon cru et le schiste charbonneux sont compris entre le charbon pur, d'un côté, et le schiste, auquel fait suite le grès, de l'autre. Les accidents de dépôt dont il s'agit dénotent donc des courants dans l'eau, animée d'une moindre vitesse, qui déposait la houille ; la fig. 17 montre une serrée produite par un fort courant d'eau intermittent, puisque la couche des Littes y est remplacée par une alternance de grès et de houille.

Partout, l'on a remarqué qu'en diminuant d'épaisseur, la houille devient presque toujours barrée et schisteuse, non seulement à Saint-Étienne mais aussi à Saint-Bérian, aux puits Jumeaux, à Bert, vers l'Est, etc..

Il y a, en effet, des serrées qui donnent la main aux rolls, comme celles fig. 15, Pl. VII, et des amincissements aux rig-and-rock, comme je l'ai constaté plusieurs fois, jusque dans la couche irrégulière de Goubackha (Oural), ainsi que le représente la fig. 22. La grande couche Malafolie subit des resserrements, sous la descente du toit, dans lesquels s'introduisent des lentilles de grès ; dès lors, nul doute qu'il n'ait passé par là un courant d'eau pendant la formation de la couche.

Figure 17.

Coupe horizontale de la couche des Littes dans la serrée traversée par le niveau O. de 225 (Montrambert).

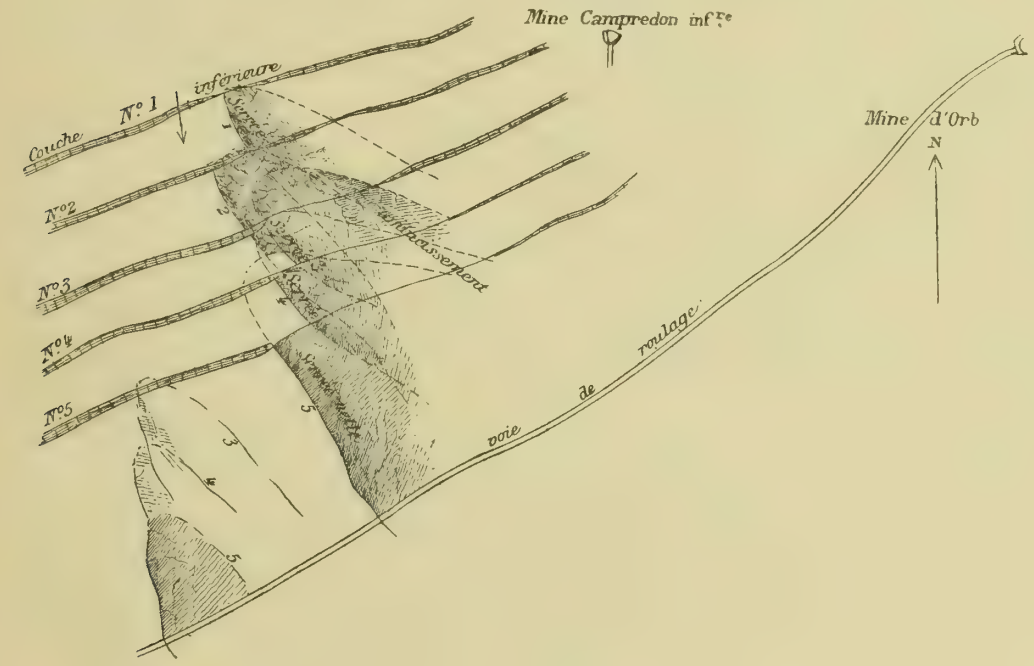


Échelle 1/1000.

Au Bousquet d'Orb (fig. 18), on a même constaté l'existence d'un courant d'eau persistant ayant rendu stériles toutes les couches d'un faisceau, lesquelles, d'un côté, s'arrêtent presque à une descente subite du toit, jusque près de la sole, et, de l'autre, s'amincissent graduellement et deviennent schisteuses. La zone stérile s'élargit dans les couches supérieures où le courant paraît s'être étalé et ramifié.

Figure 18.

Coupe horizontale des couches et vue panoramique des serrées, en retrait les unes sur les autres, aux mines du Bousquet (Hérault).



Échelle 1/10,000

Les serrées et étranglements se lient aux autres accidents de dépôt des couches de houille.

Je crois avoir remarqué, à Saint-Étienne, que les principaux amincissements de couches sont limités à des bandes parallèles orientées E. O. et N. S., comme beaucoup d'autres accidents de dépôt, ce que je ne m'explique guère que par de légers courants produits sous l'influence de mouvements parallèles à ces deux directions.

Les étranglements de couche, dûs à la surélévation du mur, sont orientés de la même manière; telle est, par exemple, la large serrée Est-Ouest existant entre les puits de la Loire et Saint-Étienne, où la 3e couche est stérilisée par le bombement du mur qui arrête les bancs inférieurs et ne laisse passer qu'une mince trace de charbon schisteux, contre un toit régulier. Dans la région du puits du Rhône, à Montrambert (fig. 23, Pl. VII), s'étend aussi une large serrée dirigée N. S., où la couche est amincie et altérée par les deux causes réunies.

Ce qui prouve, en outre, que les serrées correspondent à une cause secondaire de changement dans la sédimentation de la houille, c'est qu'elles séparent quelquefois des portions de couches différentes. Ainsi, de part et d'autre des amincissements d'Épinac, le gite ne présente pas les mêmes subdivisions. A Sainte-Foy-l'Argentière, quand on marche de l'Ouest vers l'Est, les serrées s'accusent par un saut du mur avant lequel il n'y a qu'un savon, et après lequel, le mur baissant, apparaissent successivement plusieurs savons. Il paraît qu'aux deux côtés du serrement de Sainte-Eugénie (Blanzy), la couche n'a pas le même nombre de nerfs, ni des nerfs de même nature tout en occupant la même position par rapport au mur.

Somme toute, il y a, entre ces faits et ceux décrits dans les paragraphes précédents, plusieurs points de ressemblance dénotant, entre tous les accidents de dépôt, une grande communauté d'origine.

Étreintes irrégulières (coufflées).

Cela n'empêche pas qu'il n'y ait des couches affectées d'étreintes aux allures très irrégulières. On conçoit que les plus petites inégalités à la surface de l'aire de dépôt et les moindres variations dans les conditions sédimentaires devaient amener une répartition très inégale de la matière charbonneuse qui flottait au gré des eaux courantes. C'est ainsi qu'une couche de Saint-Laurs (Vendée) est sillonnée dans tous les sens (fig. 19) de zones stérilisées par le rapprochement du toit et du mur, et même par la substitution partielle d'un schiste noirâtre et tendre à la houille.

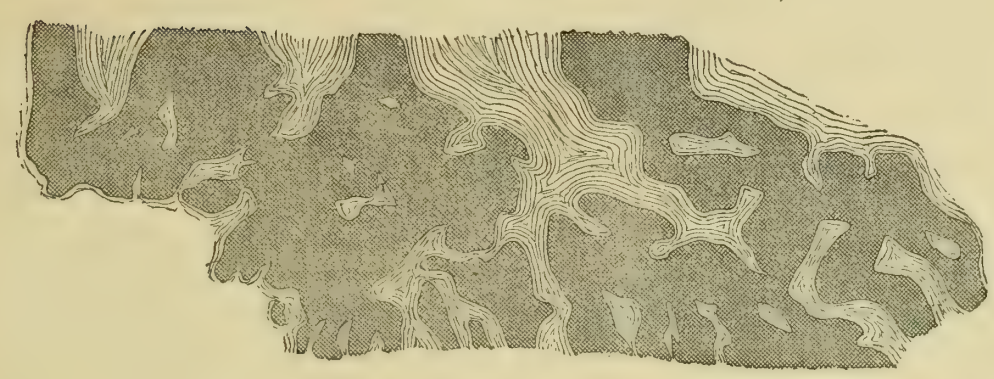
A Montjean, certaines couches se présentent comme une succession d'amandes, séparées par des étreintes, que caractérise la présence d'un schiste argileux, plus ou moins associé à la houille. La veine du Pavillon est des plus complexes; les autres couches, figurées également Pl. II, sont formées de 2 ou 3 brins simples, ou divisés par du schiste, qui s'éloignent, se rapprochent et se réunissent souvent; leur isolement alternatif tient uniquement à ce fait que les matériaux terreux se déposaient moins uniformément que la houille.

Renflement des couches de houille.

A l'inverse des serrées, lorsqu'une couche s'épaissit, le charbon devient plus pur,

Figure 19.

Vue de la veine 8 Sud de Saint-Laurs (Vendée).



La partie exploitée est teintée en noir.

les bancs sont plus épais et des nerfs disparaissent; cela est constant dans le Centre de la France, en général.

Amas, leur analogie avec les renflements de couche.

Les couches, en se renflant, forment des amas plus ou moins considérables, et les amas ne sont que des portions de couches renflées.

La couche de Mouriné atteint 20 mètres d'épaisseur au sommet du Bois d'Avaize, en un point où le charbon est beaucoup plus pur qu'un peu plus au Sud, où ladite couche, se réduisant à 7 mètres, est mélangée de schiste. La 3^{e} forme, à la Barge, un grand amas de *charbon bourru*, c'est-à-dire mal stratifié, mais très pur, dont on ne connaît pas le fond, ou plutôt dont le mur est mal défini; sur les bords, il s'amincit par la suppression de bancs de houille terminés en coin, et l'intercalation de lentilles schisteuses aux formes bizarres; et, bien qu'une traînée de charbon le relie à la couche du Ban, la houille ne se ressemble guère physiquement de part et d'autre.

Amas de formation.

A bien examiner les amas, il est facile de se convaincre qu'ils ne résultent pas généralement de la concentration, par déplacement, de la matière charbonneuse déposée. Sous ce rapport, l'amas du puits Neyron est d'autant plus intéressant qu'il correspond aux couches du bassin les plus petites et les plus régulières, aux 10^{e} et 11^{e} réunies suivant toute probabilité; cet amas, de 6 à 7 mètres d'épaisseur, est bien stratifié parallèlement au toit (Pl. VIII, fig. 4), et, malgré ses métamorphoses partielles, les colles du charbon passent, en ligne droite, à travers les masses de roches incluses; la transformation en schiste se fait par planches et très vite. L'amas de Bézenet (Pl. III, fig. 1) ne varie pas beaucoup plus d'épaisseur par ses passages au schiste, et les rapports étroits, qu'offre la houille avec cette roche, sont tels qu'on ne peut pas s'imaginer que l'une se soit déposée sous l'eau sans l'autre.

GITES EN CHAPELET OU EN AMANDES ISOLÉES.

Couche en chapelet.

On n'a qu'à supposer une suite de renflements, séparés par des amincissements, pour avoir l'allure dite en chapelet représentée au bas du croquis n° 14 (page 51).

Les couches les plus régulières sont susceptibles de prendre cette allure, dans certaines régions de leur parcours, comme, par exemple, la 5e qui remplit une série de dépressions aux Basses-Villes. Dans le Vivarais, une couche de Prades forme des lentilles plus ou moins espacées, sous un toit régulier par rapport à un mur ondulé ; dans les lentilles, le charbon, bien stratifié au milieu, dégénère aux extrémités, et les intervalles stériles sont occupés par une trace de houille schisteuse ou de schiste argilo-charbonneux. A Rive-de-Gier, l'allure en chapelet est la règle de chaque côté du Dorlay, non à cause de l'agrandissement de la surface de la couche par le soulèvement de ce nom, et de son rétrécissement suivant des crains nombreux, comme l'a prétendu M. Gruner, mais, évidemment, en partie du moins, par un effet de formation ; car, exploitable seulement sur la moitié de sa surface, cette couche n'est représentée, au puits du Canal, que par quelques poches espacées de houille sans liaison ; et dans la région de Corbeyre, le puits Saint-Michel est tombé sur une lentille (croquis n° 14) en forme de haricot, limitée dans tous les sens, en dehors de laquelle, sur un rayon de plus de cent mètres, la couche ne marque sa trace que par un sillon charbonneux, sauf vers le S.-O., où se reforment peu à peu deux mètres de charbon schisteux qui s'inscrivent en faux contre toute hypothèse d'étirement de la couche dans le voisinage. Il est visiblement impossible qu'à Saint-Laurs, le gîte (croquis n° 19, page 59), qui est plan, doive, même pour parties, sa forme alternativement contractée et renflée à des déplacements de la matière charbonneuse sous des efforts variables de pression dont on n'aperçoit pas trace.

SYSTÈME D'AMAS DISPERSÉS.

Les systèmes d'amas dispersés représentent des couches de houille complexes.

Il existe des gisements charbonneux en amas, lentilles et veines, isolés et dispersés à différents niveaux, alternant avec les roches encaissantes, de manière à ne former avec elles qu'un système de dépôt, dont les parties sont reliées par des passages et enchevêtrements variés (Pl. VIII). Je me figure qu'ils représentent des couches dont les éléments sont éparpillés ; du moment, en effet, que les couches de houille se composent de veines séparées par des intercalations, on n'a qu'à supposer, aux unes et aux autres, l'allure en chapelet pour obtenir une combinaison analogue. Si les veines de Montjean, dont les chevauchements sont peut-être un peu prodigués dans la coupe (Pl. II, fig. 2) qu'on m'a remise, étaient susceptibles de renflements, elles réaliseraient la forme des gîtes de Montchanin. Lorsqu'on en com-

Communauté de formation des amas avec les roches encaissantes.

pare les boules et lentilles de charbon aux boules et lentilles de grès dans les schistes, on ne peut s'empêcher de leur trouver des formes et rapports semblables, ce qui autorise à conclure de la similitude des formes à l'analogie des causes, et de concevoir la formation des premières comme résultant d'un apport simultané de matière charbonneuse et de limon, qu'une séparation mécanique a fait se déposer, plus ou moins isolément, dans une eau agitée peu profonde.

Le gisement de Montchanin, le plus curieux de ceux que je connaisse, comprend deux horizons de lentilles, l'horizon supérieur représenté par de grands amas (fig. 7, Pl. VIII), et l'horizon inférieur plus divisé (fig. 7'); je ne serais pas surpris qu'on trouvât, tôt ou tard, de grandes couches à la place.

Systèmes d'amas de Montchanin.

Devant leurs forme et allure réellement extraordinaires, on reste, tout d'abord, frappé d'étonnement. On a supposé que les lentilles sont les lambeaux déformés d'une ou plusieurs couches morcelées par des plissements dont les effets ont, par places, été déviés par l'inertie de quelques grandes masses de grès, isolées dans un terrain de schiste argileux et de grès schisteux; les amas présentent, à la vérité (fig. 8), des rejets par recoutelage, des refoulements charbonneux en éperon, des crochets combinés à des plissements. Mais, encore qu'on ne puisse suivre, sur les figures, le cours des amas, dont la partie exploitée seule est représentée, sans les veines de houille et de schiste qui les relient au terrain encaissant qui est, et cela est à remarquer, de même nature que les nerfs contenus dans les amas, ceux-ci présentent, dans leur intérieur, les témoins variés d'un dépôt irrégulier. J'ai vu les lentilles de houille se terminer, ou en pointe schisteuse, ou par coins alternants avec le schiste; le charbon est stratifié parallèlement au toit, et, au mur de l'amas du Bassin (fig. 7), une bosse interrompt les planches de charbon inférieures; les lentilles, de plus, envoient dans le schiste des embranchements et sont accompagnées de satellites; réciproquement, des nerfs y naissent et les divisent de la manière la plus irrégulière; avec cela, le charbon, de pureté très variable, passe souvent au schiste charbonneux, admet des lentilles de grès noirâtre et se laisse envahir par du schiste prenant origine dans les roches adjacentes. Bref, les grandes irrégularités de structure du gîte de Montchanin paraissent dues au dépôt. La coupe du puits Mézarmes (fig. 7') donne une idée de la disposition des lentilles du groupe inférieur; dans cette coupe, les boules de grès et de charbon sont comme jetées au hasard dans les schistes argileux et argilo-gréseux, et les amas, que l'on avait considérés comme les produits de tourbières, souvent inondées par des eaux boueuses, sont en connexion intime avec les roches; leurs chevauchements (fig. 7) supposent des accumulations de houille successives, en retrait les unes des autres; ils se présentent, d'ailleurs, par rapport aux roches encaissantes, comme les escaliers de schiste dans la houille, décrits et figurés plus haut; ils n'ont, en tout cas, rien de commun avec les recoutelages dont nous allons parler. Enfin, si l'on veut me permettre une dernière supposition, je me figure qu'aux circonstances d'un dépôt très irrégulier

concouraient déjà quelques ondulations du sol, qui, en se continuant par la suite, ont déformé complètement le gîte après avoir accidenté son dépôt.

XI.

Du tassement et de l'écoulement sous pression de la matière charbonneuse, comme cause des gîtes irréguliers.

Le tassement et le déplacement du charbon sous le poids des roches et l'effort des soulèvements, se sont, dans quelques cas, ajoutés aux irrégularités des dépôts, dans une mesure qu'il convient d'apprécier, maintenant que nous connaissons les dites irrégularités. Pour élucider cette question qui, touchant à plusieurs autres, est de très grande importance, nous allons examiner successivement : 1° le tassement naturel de la houille, 2° son écoulement de matière molle au milieu des dépôts réguliers et irréguliers, 3° les déformations et le morcellement des couches dans les terrains plissés et bouleversés.

1° Tassement naturel de la houille.

Je me suis expliqué à un autre endroit (1) sur le tassement du charbon et j'ai démontré qu'il faut revenir complètement de l'opinion que l'on s'en fait encore aujourd'hui, et admettre qu'il n'a pas dépassé celui du schiste qui est approximativement de 1/2. Lorsque, se reportant aux figures éloquentes (Pl. IV, 3, Pl. V, etc.), on voit des lits de houille se transformer, sans changer d'épaisseur, en schistes et même en charbon ferrin (Pl. VI, fig. 11, 12 et 13, et Pl. VII, fig. 1 à 11 et fig. 15 du texte), des bancs de charbon combler les inégalités du mur sans amener de déviations dans le cours des lits supérieurs, on ne saurait disconvenir que le tassement du combustible minéral a été très faible, *comme celui d'une roche lente à se produire* ; le parallélisme des bancs, le maintien de leur épaisseur au milieu des dépôts les plus irréguliers, leur rapport avec les roches, tout s'accorde à établir que la matière charbonneuse ne s'est pas plus réduite que les schistes, car on vérifie, en même temps, par l'état de conservation des empreintes végétales contenues, qu'elles n'ont pas éprouvé de glissement les unes contre les autres, comme entre les parties d'une masse fortement tassée. Le tassement n'a, ainsi, pas été une cause de désordre dans les gîtes irréguliers décrits ci-avant, comme cela aurait eu lieu si la houille avait éprouvé une réduction dans l'énorme proportion de 1 à 7, qu'on a mise en avant dans l'hypothèse de sa formation par voie de tourbage ou par radeaux. M. Lesley se trompe, je crois, en rapportant les ondulations et irrégularités des couches de Pittsburg à la réduction de la houille au 1/10 qui aurait eu lieu, si cette substance était le produit d'une tourbe de marais ; en partant de l'idée que le Pittsburg-coal a diminué de 150 à 12 pieds d'épaisseur, et en l'appliquant au bassin de la Loire, on trouverait, au-dessus de nos renflements de couches,

Le tassement de la houille n'est pas cause des irrégularités de son gisement normal.

(1) *Mémoire sur la formation de la houille.*

d'énormes dépressions et, à leur limite, des dislocations qui n'existent absolument pas, même à l'état rudimentaire.

La présence de masses de grès, seule, lui a fait produire, comme au schiste, quelques déformations.

La présence dans la houille, comme dans les schistes, de masses de grès, seule, a causé, ainsi que nous l'avons dit précédemment, quelques déformations, telle que, par exemple, l'écartement des branches de la Grille (Pl. VII fig. 3 et 4), qui paraît dû, au moins en partie, à une certaine contraction de la houille par rapport aux sables qui sont incompressibles.

C'est que, immédiatement après, et même pendant son dépôt, la houille a rapidement pris une certaine consistance : elle ne s'est pas, en effet, à Roche-la-Molière par exemple, laissée sensiblement attaquer par les courants d'eau, qui l'ont recouverte de grès ; elle n'a pas, comme on va voir, cédé plus que les schistes à la pression inégale des roches, et, dans les soulèvements, elle s'est, même parfois, mieux maintenue qu'eux, comme nous le verrons au chapitre IV.

C'est que la houille a pris beaucoup de consistance pendant son dépôt même.

Et la meilleure preuve qu'elle s'est consolidée pendant ou dès son dépôt même, c'est qu'au toit de la couche de Champclauson (Gard), en particulier, on trouve une vraie brèche de houille, comme au toit de la couche de Commentry des galets de cette dernière couche, en même temps que des schistes de son mur. J'ai été amené à supposer une houillification très rapide des débris végétaux entassés. M. Renault est allé plus loin que moi (1), en croyant pouvoir conclure de ses recherches minutieuses que la houille n'a presque plus subi de transformation chimique après son dépôt et son enfouissement (2), c'est-à-dire, si je rends bien la pensée qu'il m'a plusieurs fois exprimée, qu'elle s'est pour ainsi dire déposée toute faite.

La houille ordinaire, cristalline, en tout cas, s'est rapidement solidifiée.

La houille ordinaire, cristalline, n'a pas en tout cas coulé, les écorces s'y sont tassées comme dans les schistes, pendant et peu après le dépôt, sans plus d'étirement et de frottement ; et elle s'est rapidement solidifiée.

2° La houille argileuse, au contraire, s'est laissée laminer et présente une structure contournée.

Sans cela, elle présenterait les signes d'un tassement durable, sous la forme des glissements qui divisent le charbon clapeux, ou argilo-schisteux, en écailles luisantes ; ou, si elle était restée molle comme la moure, de feuillets laminés s'étant contournés, faute de pouvoir s'étendre latéralement, d'une manière plus ou moins capricieuse comme l'indique la figure 20 A (voir p. 64).

Il est certain que la structure contournée s'est produite après coup, car, parmi les feuillets repliés qui la caractérisent, on reconnaît des écorces à surface polie. Cette structure n'est pas exclusivement propre au charbon argilo-schisteux ; elle se rencontre, quoiqu'à un degré moindre, dans les schistes argileux (20 B), et, ce qui prouve qu'elle s'est développée après le dépôt, c'est qu'on la trouve entre charbons cristallins, ou roches fermes, très régulièrement stratifiés, ayant dû faire prise peu de temps après la formation. La fig. 15, Pl. VI, représente une partie de la

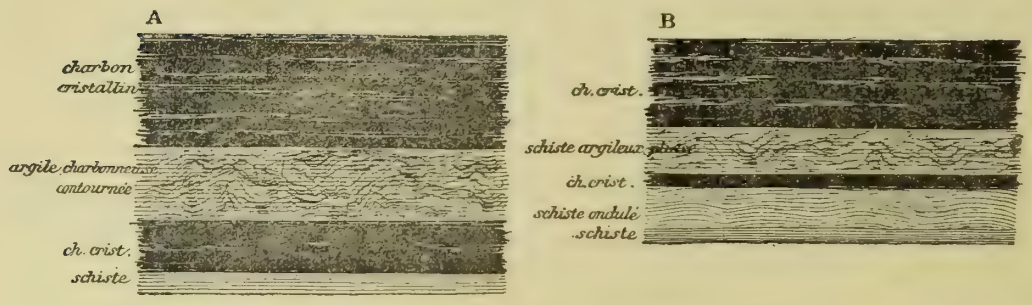
(1) *Mémoire sur la formation de la houille*, p. 117.

(2) Voir le « *Génie civil* » 1er semestre 1884-85, p. 137.

Figure 20.

A. *2e Couche au Treuil.*

B. *2e Crue à la Béraudière.*



couche Siméon, à l'état d'un charbon argileux, à structure contournée. La couche de Chapoulet, fig. 6, Pl. VIII, offre, dans le charbon terreux du mur, des glissements et contournements dus à la pression du toit, sous lequel le bon charbon est en bancs réguliers ; les zigzags du point A ont été causés par des efforts de pesanteur qui ont tendu à raccourcir cette couche, au moment où elle a été redressée.

Tassement inégal de la houille sous les roches en masses divisées.

Toutes choses égales d'ailleurs, les couches de houille sont d'autant plus régulières, avons-nous déjà dit, qu'elles sont comprises entre schiste et grès schisteux bien stratifiés. Lorsque le toit est de grès massif, lors même qu'il est séparé du charbon par une croûte de faux toit, comme sur la couche du Sagnat, le dessus de cette couche présente des ondulations qui s'atténuent à travers la couche, sans atteindre son mur resté plan.

C'est surtout lorsque le grès repose en stratification croisée sur le charbon que le toit des couches est le plus fortement ondulé ; dans ce cas, comme l'indiquent fidèlement les figures *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, Pl. VI, tous les bancs de charbon varient d'épaisseur à la fois, mais d'autant moins qu'ils s'éloignent du toit ; il a même pu en résulter de petits resserrements (fig. *c'''*), alors compensés par des épaississements voisins ; dans ce cas, il n'y a pas de doute que les variations d'épaisseur n'aient pour cause unique un léger déplacement de la matière charbonneuse, sous le tassement inégal du toit. Il en est de même des bombements de couche que l'on remarque sous les *Psaronius* ou les *Cloches* (Pl. IX, fig, 1), qui ont reporté le tassement des roches par côté. Mais, comme on le voit sur les fig. 18, Pl. VII, et fig. 2, Pl. IX, les schistes se sont comportés comme la houille sous la pesée des masses supérieures, en sorte que, au point de vue qui nous occupe, il n'y a point de grande différence entre la houille et le schiste.

Tassement de la houille en dépôts réguliers et irréguliers non dérangés.

Donc, dans les dépôts réguliers et irréguliers, non dérangés après coup par quelque soulèvement, le tassement inégal et l'écoulement du charbon se réduisent à l'importance de sinuosités légères, et il n'y a eu de déformations sérieuses, pro-

duites de cette manière, qu'à l'occasion des boules ou masses de grès informes, comme celles contenues dans les anthracites du Roannais (Loire) et de Montigné (Mayenne). Dès lors, les amincissements et renflements de couches, qui se présentent en terrain régulier, comme à Montjean (Pl. II, fig. 2), sont certainement plutôt l'effet d'un dépôt inégal que d'un déplacement de la matière charbonneuse, laquelle d'ailleurs, ne se serait pas prêtée à des allures aussi variables que discordantes, sans perdre sa stratification et ses liaisons restées manifestes avec les roches encaissantes.

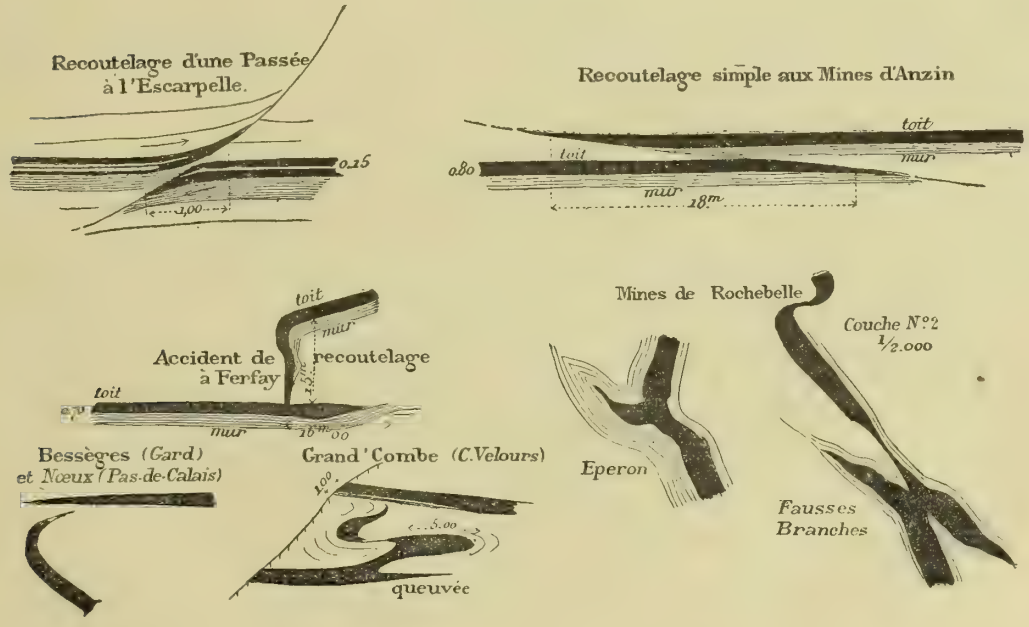
3° Déformation des couches de houille en terrains bouleversés.

Ce n'est pas à dire, cependant, qu'il ne se soit point produit de grands déplacements de matière charbonneuse dans les terrains mouvementés, plissés et accidentés, d'autant plus variables que le dépôt est irrégulier; dans ce cas, le charbon est tout froissé, comme à Rochebelle (Gard), ou à demi-broyé, comme dans les étirements de la couche de Rive-de-Gier, ou en feuillets tordus et imbriqués, comme à Montigné.

Gisement du Creusot.

Dans les terrains bouleversés, comme celui du Creusot (Pl. VIII, fig. 9 et 10), sous l'action des forces violentes qui l'ont relevé et renversé, il n'y a pas de doute que les couches, alternativement étirées et contractées (fig. 9), ne doivent cette forme à un déplacement de la matière charbonneuse, comme en font foi les allures analogues du schiste et un degré de pureté invariable de la houille; la couche présente, sur la fig. 10, des amincissements et contractions connexes encore plus évidents; les roches ont tellement été torturées, qu'on en peut à peine dégager les

Figure 21.



empreintes végétales tantôt étirées, tantôt chiffonnées, souvent presque effacées.

Divagation des couches dans les plis de terrain.

Dans les plis de terrain, les déplacements charbonneux ont, dans quelques cas, donné lieu aux divagations de couche les plus extraordinaires. A Rochebelle (fig. 21), le charbon, repoussé par des roches dures, remplit des poches et des fentes de formes fantastiques. A Belmez, la couche dite *Terrible* est trois fois repliée sur elle-même, les schistes, plus tendres que le charbon, ayant fui en dehors de l'amas ainsi formé. Au sud de Nœux (Pas-de-Calais), comme dans le dressant de Bessèges (Gard), les couches, dans les plissements les plus aigus, sont amincies par étirement et offrent des exemples d'éperons et de crochets bizarres (fig. 21). La couche du Velours (Grand'Combe) présente des replis curieux dans le dressant du col Malpertus (fig. 21).

Recoutelages.

Les recoutelages, parmi les déformations de couches, sont caractérisés par un chevauchement des branches disjointes, qui peut aller jusqu'à 40 mètres. Il ne me paraît pas, comme on le pense, assimilable à un double pli très aigu, ni à une faille inverse, sous un effort de compression latérale qui s'est exercé, parallèlement aux couches : il me semble, d'après celui de ces accidents que j'ai eu l'occasion d'observer dans une mine du Pas-de-Calais, en terrain régulier (figure 21), que les branches séparées ont été étirées dans deux sens opposés, suivant les flèches, par l'écoulement extérieur des roches encore plastiques. Ce phénomène, commun à Anzin, existe à Ferfay dans certaines couches, sans que les couches immédiatement supérieures ou inférieures en soient affectées. On dit qu'il y a eu étirement, cassure, puis chevauchement; mais, outre le peu de vraisemblance de ces mouvements contraires, il n'y a pas toujours trace de cassure entre les pointes rejetées.

Formes dérivées du recoutelage.

La 3e Brûlante, au puits Marseille (Pl. II, fig. 1' et 1'') a été triplée par 2 recoutelages sous l'action du soulèvement de Barlet qui a ondulé les bancs inférieurs sans les bancs supérieurs de cette couche. C'est à un recoutelage sans disjonction que sont évidemment dues les deux fausses branches opposées de la couche n° 2 de Rochebelle (figure 21). C'est par un effet analogue à celui d'un recoutelage que la Bâtarde se recouvre, à la Catonnière, sur 25 mètres de largeur, d'une manière semblable à l'accident de couche figuré par M. Handel Cossham (1) avec le détail des roches qui ont filé entre les branches de charbon superposées.

Les queues de crochons et les queuvées (fig. 21), — qu'il ne faut pas confondre avec les branches originairement détachées des couches, — supposent que la matière charbonneuse a été entraînée et étirée par l'écoulement de la roche d'un seul côté.

Par ces descriptions, on voit que les déformations des couches, dans le terrain houiller qui a été soumis à des compressions latérales énergiques, sont variées et hors règles comme les effets du désordre. C'est pourquoi je me suis contenté d'en reproduire un petit nombre d'exemples.

(1) *Proceedings of the South-Wales Inst. Engineers*, juillet 1880, pl. 47.

XII.

Gisement comparé des houilles-stipite, des houilles-lignite et du lignite imparfait.

Les terrains secondaires et tertiaires renferment des combustibles fossiles, plus rarement et en moins grande abondance, il est vrai, que le terrain houiller, mais avec des circonstances de gisement analogues. Les séries lignitifères rappellent, par leur régularité, les bassins houillers dits marins plus que les autres ; les coquilles d'eau douce y sont, non-seulement fréquentes dans les roches comme dans la série houillère du Cap-Breton, mais aussi dans les couches et le charbon lui-même, témoignant de sa formation par voie de transport ; le calcaire, d'ailleurs, alterne avec les couches, les cendres de lignite sont souvent calcaires, et, comme il n'y a pas d'arbres debout entre les bancs, ce combustible réunit tous les caractères d'un dépôt sédimentaire ; on en connaît qui s'est positivement formé dans la mer. Les entre-deux et les fonds de couche sont des argiles ou fire-clay, sans racines.

Couches de houille stipite ou mésolithique.

Les terrains carbonifères mésozoïques ressemblent assez au terrain houiller et contiennent beaucoup de houille-stipite, notamment en Asie. Les houilles de l'Altaï, des Indes, de l'Australie et du Tonkin, bien que se rapportant par la flore au Lias, sont comparables, par leur qualité, à la véritable houille ancienne ; les couches du Tonkin, de 2 à 8 mètres d'épaisseur, sont très régulières, d'après M. Sarran, et celles de la Nouvelle-Galles du Sud sont subdivisées comme les couches de houille (1). Les couches de stipite de la Virginie subissent de fréquentes altérations. Dans le Caucase, le stipite forme à Tkwiboule un amas de 30 mètres d'épaisseur, formé de couches de nature très différente, séparées par du schiste.

A Steyerdorf et à Petrorsung, dans le Lias de Hongrie, les couches changent d'épaisseur, offrent des étranglements et sont situées à des distances variables. A Fünfkirchen, la base du Lias inférieur contient 180 lits de charbon dans 700 à 800 mètres de terrain, et le sommet du Lias inférieur est marin. Au N.-E. des Alpes, la couche Francisca renferme des noyaux de schiste intercalés (2). Enfin, je tiens de M. Stur que la houille-stipite, très abondante dans le Trias et le Lias d'Autriche, se schistifie par mélange de schiste au charbon, tout comme la houille de Radnitz.

J'ai examiné ailleurs (3) la constitution intime du stipite et du lignite.

Couches de houille-lignite.

Les assises lignitifères du terrain crétacé ressemblent moins au terrain houiller que les séries de stipite. Les couches de lignite sont très régulières et gisent généra-

(1) *Mines and mineral statistics*. Sydney, 1879.

(2) *Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt*, 1865, T. XV, p. 39, 48 et 157.

(3) *Mémoire sur la formation de la houille*, p. 186.

lement au milieu d'argiles et marnes lacustres, ou sont liées aux calcaires et aux lits coquilliers comme les couches de houille des formations marines. Toutefois, les couches de lignite parfait ne sont pas ramifiées et ne présentent pas, à beaucoup près, la divisibilité en bancs distincts qui caractérise les couches de houille; comme gîte branché, je ne connais qu'une couche du Colorado (1) et le gisement de Riested. M. Stur m'a dit n'avoir pas connaissance que le lignite soit, en Autriche, susceptible de se schistifier comme le stipite et surtout comme la houille.

Pour montrer l'analogie et la différence du lignite parfait, par rapport à la houille, je ne saurais mieux faire que de décrire à grands traits quelques gisements de houille-lignite.

Cette houille forme de nombreuses couches, occupant de vastes surfaces dans l'Amérique du Nord, au Canada, au pied des Montagnes rocheuses, à la base de la série crétacée; là, se montrent un ou plusieurs systèmes de bancs de lignite auxquels est associé du schiste lignitifère susceptible de passer au lignite; au voisinage immédiat, gisent des bancs d'huîtres ou, plus souvent, des lits coquilliers d'eau douce; communément, au mur, se trouve l'argile et, au toit, du grès. Dans le Missouri, on a compté, sur la hauteur d'un escarpement, jusqu'à 8 lits de houille-lignite de 0^m15 à 0^m20 d'épaisseur, recouverts de bois comprimé.

Aux Ascros (Var), j'ai visité, au milieu des marnes et calcaires crétacés, un gisement de lignite en plusieurs bancs susceptibles de se rejoindre ou de se ramifier et, même, de se diffuser dans la marne.

Les couches de lignite parfait supra-crétacées de Fuveau, ne se ramifiant ni ne se réunissant, sont divisées en bancs nombreux, plus ou moins espacées par des veines de calcaire ou d'argile bitumineuse. La série des couches est représentée Pl. I, fig. 5. Il y a des alternances répétées de filets de charbon de 0^m01 à 0^m10, de charbon cru (*cabastre*), d'argile noirâtre et de calcaire coquillier; et, d'un autre côté, au contact des couches de houille, le calcaire est feuilleté par des veines de lignite presque imperceptibles, en sorte qu'il est impossible de séparer la formation du lignite de celle du calcaire, d'autant plus que, dans certains bancs de charbon, il y a énormément de coquilles intactes.

Couches de lignite proprement dit.

A Manosque, dans une puissante formation lacustre tertiaire, à côté de couches d'une régularité mathématique, il s'en trouve qui s'amincissent ou qui offrent des nerfs discontinus d'argile, ou même de grès schisteux; quelques-unes sont séparées par des bancs de calcaire; l'une d'elles, entre autres, est partagée en deux par une veine de cette roche. Le lignite est moins parfait qu'à Fuveau.

En Autriche, le Miocène et le Pliocène renferment beaucoup de lignite, principalement à Leoben, Fohnsdorf, etc. Ce combustible forme, en Allemagne, des amas irréguliers qui atteignent les épaisseurs considérables, de 14 mètres à Muskau, de

(1) Hayden, *Annual report of the United States geol. Surv.*, 1876, p. 31.

50 mètres à Zittau, etc.; on connaît à Kœflach un immense dépôt de bois fossile de 40 mètres d'épaisseur. A Tœplitz, d'après les renseignements que je dois à M. Junker, s'étend une couche de 20 mètres d'épaisseur, sans compter les bancs isolés, au mur et au toit, d'un lignite stratifié finement comme la houille, mais brun et imparfait.

Lignite xyloïde.

Dans le Bas-Dauphiné, d'après M. Fournet, le lignite-xyloïde, que j'ai visité en détail à Saint-André-le-Gaz, se serait déposé dans un grand nombre de petits bassins isolés ; la couche, variant d'épaisseur, est divisée par des mises marneuses ; elle est réduite, par places, à des veines de charbon séparées par les argiles encaissantes ou par des dépôts sableux; l'argile du mur contient des lamelles de lignite, le tout rappelant assez bien la constitution des couches de houille. J'ai même vu dans le lignite du Monastier (Haute-Loire), qui est bien stratifié et formé principalement d'herbes, des veines de grès liées au charbon par coins alternants.

Par cette esquisse rapide, on voit que le lignite a un gisement comparable à celui de la houille, il est généralement plus subordonné au calcaire et lié aux roches encaissantes, de telle manière que les géologues admettent pour ce combustible une formation par voie de transport dans des lacs.

Cependant il a, dans le Pliocène, ainsi que nous allons l'expliquer, beaucoup plus les apparences d'une formation sur place que la houille.

XIII.

De la formation actuelle des combustibles fossiles et de la nécessité où l'on est de reconstituer de toute pièce le passé des houilles.

Une étude comparée, comme celle-ci, devrait, pour être complète, comprendre un chapitre spécial sur la formation actuelle des combustibles fossiles. Il y a là une question d'histoire naturelle qui n'a pas été traitée à fond, au point de vue de la formation de la houille.

Sans vouloir entrer dans de nouveaux détails sur cet objet, je présenterai quelques réflexions, desquelles il résultera que, pour remonter au passé des houilles, il faut reconstituer, de toutes pièces, le monde qui les a vu naitre.

Les lignites les plus récents eux-mêmes ne se forment plus de tous points dans le monde vivant.

La formation des lignites les plus récents se signale par le concours d'une proportion importante de bois flotté; ayant égard à ce fait, on juge déjà qu'une température dissolvante n'a pas désorganisé et décomposé les débris végétaux à l'époque pliocène, comme aux anciennes époques géologiques. Quelques lignites modernes, tel que celui de Saint-André-le-Gaz, se rattachent à la tourbe par les feutres herbacés qui séparent les éléments de bois; il paraît que le lignite d'Oberpfœlz ressemble à la tourbe, bien qu'il soit dépourvu de Sphaignes; mais, quoique ces lignites ne soient

pas mieux stratifiés que les tourbes ligneuses des marais forestiers de l'Oural (1), les bois rompus et morcelés, qu'ils renferment, paraissent avoir été charriés de loin, et je ne soupçonne pas, dans le monde vivant, de formation absolument active analogue.

Les tourbes sont des formations joviennes de pays froids et humides

Quant aux tourbières, elles sont propres à l'ère jovienne et ne se trouvent, d'ailleurs, que dans les pays froids et humides, où elles ne se développent qu'à l'abri des eaux courantes, sur un sol non imperméable, comme l'a été l'*Underclay*. Les couches de tourbe de la Hollande, séparées par des sables et des argiles, ne reproduisent pas les gisements de la houille, non plus que certain lignite quaternaire schisteux, divisé par des bancs de limon.

Les produits de la végétation ne trouvent, aujourd'hui, à se conserver que dans des conditions où ils n'auraient pu résister à la destruction dans les temps primaires, où régnait, sans conteste, un climat torride par toute la terre, jusque sous le cercle polaire (2).

Il ne se forme actuellement sur le globe aucun dépôt charbonneux dans les conditions où est née la houille.

Ce n'est donc pas dans les pays froids qu'il faut chercher des points de comparaison. C'est, au contraire, dans les pays chauds, où il ne se forme pas de tourbe superficielle, ni même marécageuse, sauf au fond des marais de la Floride, où, par 28° de latitude, les végétaux décomposés donnent, sous l'eau, une tourbe demi-fluide qui, cependant, ne s'accroit pas, la plus grande humidité n'empêchant pas les climats chauds d'anéantir les détritus végétaux non enfouis. On connaît bien, au bord des marais lacustres du Plateau central africain, des boues charbonneuses, mais, au fond des lagunes de ce continent, rien qui ressemble à une couche de houille en voie de formation, rien qui réalise les conditions où la matière charbonneuse puisse se conserver, au fond des eaux stagnantes, chargées d'humus, désoxygénées, rebelles à la vie animale, etc.. Et là, où l'on peut espérer trouver réunies quelques-unes des circonstances topographiques propres au climat des périodes anciennes du globe, on n'a signalé aucune formation charbonneuse progressive ; des dépôts limoneux ne viendraient d'ailleurs pas la garantir de la destruction. On ne connait pas, au reste, en pays chauds, sur aucune plage, de lits de tourbe alternant avec des dépôts sub-marins, et montrant, par là, quelque analogie avec les séries houillères du Canada.

Il est clair qu'il a pu se former de la houille partout où s'accumulaient des dépôts lacustres ; que la formation des lignites tertiaires a, peu à peu, tendu à l'époque actuelle, le lignite pliocène effectuant, de concert avec la tourbe quaternaire, le passage du passé au présent, en tant qu'il réunit la végétation sur place au bois flotté.

Les conditions de formation des combustibles fossiles ont changé pendant et surtout à la fin des temps géologiques.

Mais la formation des combustibles minéraux par voie de transport ne se produit plus aujourd'hui que sur une très petite échelle, au fond de quelques étangs, où se

(1) Grand'Eury, *Mémoire sur la formation de la houille*, p. 201, Pl. IV, fig. 8.

(2) Grand'Eury, *Flore carbonifère*, p. 328.

prépare du futur lignite terreux. Il n'y a plus d'enfoncements restreints, attirant les sédiments pour conserver, dans les pays chauds, les produits de la décomposition végétale. Dans les contrées vierges, les pentes boisées, ne se laissant pas dénuder, ne fournissent pas de sédiments à portée des marais. La faculté qu'a eue la croûte terrestre de se creuser est allée s'atténuant dans le cours des âges, etc..

Il y a eu diminution de la force productive des combustibles par voie de transport et augmentation du tourbage à la fin des temps géologiques.

Vouloir que les choses se soient toujours passées comme à présent, c'est nier les phases de la vie du globe et faire abstraction des conquêtes de la Géologie.

Opinion récente de M. Gümbel.

M. Gümbel (1), resté partisan convaincu que les houilles se sont formées sur place, comme la *tourbe autochthone*, sans lui ressembler de tous points, convient, cependant,qu'une partie résulte de l'entraînement et de la précipitation de débris végétaux au fond des marais ou des golfes, comme ce qu'il appelle la tourbe *sédimentée allochthone* (p. 201, 204). Il reconnaît même (p. 149, 151, 210) que le lignite supra-éocène de Hæring, imitant la houille et situé entre roches conchyliennes, résulte d'un transport dans la mer; mais, s'il admet le passage du schiste à empreintes à la houille comme preuve de remaniement pour maints lits ou portions de lits de charbon, il croit que ce fait est limité à la lisière des formations, comme aujourd'hui au bord des tourbières. Mes études ne me permettent pas de lui assigner une place aussi restreinte ; le schiste charbonneux se présente dans l'intérieur des bassins houillers, et mes raisons, à l'appui du transport, restent entières.

L'état de choses ancien, qui a présidé à la formation de la houille, est à reconstituer de toutes pièces.

Il y a évidemment un état de choses ancien à reconstituer en ce qui concerne l'origine de la houille, et c'est à cela que tendent mes efforts.

De toutes mes études, il ressort que la houille est une alluvion végétale. Mais la conservation des empreintes dénote une flottaison et un faible déplacement; leur transport s'effectuait de marais environnants au bassin de dépôt.

La houille se formait dans des circonstances que nous allons d'abord résumer dans le paragraphe suivant, en attendant que nous puissions compléter sa génèse par une autre récapitulation des faits exposés et interprétés dans les chapitres II et III de ce Mémoire.

RÈGLES DES FAITS ET RÉSUMÉ DES CONCLUSIONS CONCERNANT LA CONSTITUTION ET LA FORMATION DES COUCHES DE HOUILLE.

Il ne faut voir dans ce qui suit qu'un résumé des faits les mieux constatés et les conséquences prochaines qui s'en peuvent déduire directement, réservant pour plus loin, après l'étude des autres dépôts houillers, leur application à la détermi-

(1) 1883, *Beiträge zur Kenntniss der Texturverhältnisse der Mineralkohlen.*

nation des évènements qui ont concouru à la formation des bassins carbonifères.

Je rappellerai, d'abord, que la houille ne forme pas seulement quelques couches continues, mais qu'elle est dispersée en bancs et veinules isolés dans toute l'épaisseur du terrain houiller. Sa répartition, dans un étage donné, est très variable d'un endroit à un autre, constituant tantôt une partie importante, tantôt une proportion infime du volume total du terrain. Les couches se ramifient, se rejoignent, comprennent des entre-deux changeants, avec lesquels elles se comportent comme elles le font avec leur mur et leur toit, de manière à former avec les roches encaissantes et contenues un tout indivisible, au point de vue du mode de formation.

Les couches de houille se décomposent en bancs (*layes*) séparés par des joints de stratification ou surfaces argileuses, des lits de moure ou des nerfs variables, auxquels correspondent parfois des dépôts puissants et complexes, annonçant que la formation de deux bancs de charbon consécutifs a pu être séparée par un intervalle de temps aussi considérable que deux couches de houille distinctes; celles-ci, d'un autre côté, effectuent non rarement leur jonction. C'est ainsi que des couches puissantes résultent de la réunion de plusieurs couches.

Souvent, les couches de houille, sans perdre leur épaisseur, se transforment peu à peu en schiste charbonneux, et cette dégénérescence, parfois précédée d'une subdivision en planches et veines nombreuses, se produit par l'épaississement de filets nerveux existant, en principe, dans la houille pure et l'amoindrissement corrélatif des lames et lits charbonneux qu'ils disjoignent et séparent de plus en plus. La houille est aussi remplacée accidentellement par du cru schisteux, du schiste charbonneux et même du grès noir, sur le passage de courants d'eau dont nous avons constaté les traces non équivoques dans toutes nos couches où gisent, d'ailleurs, des dépôts adventifs de schistes et de grès liés intimement au charbon.

De règle, lorsque les couches s'amincissent, le charbon devient cru avec accession de nerfs, ou schisteux, ou argileux. Par contre, lorsqu'elles se renflent, à la faveur d'une dépression du mur, le charbon, en bancs plus épais, est plus pur que sur les hauts-fonds, à l'inverse de ce qui aurait lieu si, comme le pense M. Gruner (1), c'était une formation supra-aquatique. L'épaisseur variable des couches a souvent pour cause les ondulations du mur, et, dans ce cas, les planches inférieures, corrigeant ces inégalités, sont parallèles aux planches supérieures stratifiées conformément au toit. D'où il suit que les couches sont, contrairement à la théorie de l'origine de la houille par voie de tourbage, plus indépendantes de leur mur que de leur toit. Beaucoup d'entre elles n'ont, en effet, commencé à se former que longtemps après le dépôt du mur, souvent mouvementé ou affecté de ressauts dénotant une roche devenue dure dans l'intervalle. Il y a donc eu une période de préparation entre le dépôt du mur et celui de la houille, bien que l'hiatus, existant

(1) *Topographie souterraine du bassin de la Loire*, I, 166.

entre les deux, ne soit souvent marqué que par une dessolarde, ou un lit de moure ou d'escaillage.

On constate partout que les substances végétales de la houille se sont déposées en lits beaucoup plus réguliers que le limon formant des bancs ou nerfs très variables, comme nature et comme épaisseur, à côté des bancs de charbon; aussi, sauf au milieu des terrains irréguliers, les joints des couches de houille sont-ils remarquablement parallèles entre eux. Tout indique qu'elle s'est accumulée horizontalement, comme tout dépôt de matière légère en suspension dans l'eau ; c'est pourquoi sa stratification n'est pas toujours concordante avec celle des roches voisines, surtout lorsque c'est du grès.

Nous avons vu, par les rapports de la houille avec les roches, que la matière végétale prenait corps en se déposant très lentement, de telle manière qu'après coup elle ne s'est pas plus réduite par le tassement que les autres roches associées, du moins que les schistes; le grès seul, en masses isolées, a altéré sa stratification. Le charbon n'a pas coulé sous le poids des roches, et, en terrains non dérangés, les gîtes se présentent tels qu'ils se sont formés, avec les divers genres d'irrégularités internes et externes inhérents à leur mode de dépôt.

Chez nous, il ne saurait persister le moindre doute que la houille ne soit un dépôt de transport, tout comme les roches encaissantes dont elle partage la constitution sédimentaire. Les bancs de houille sont chacun le produit d'une formation continue, sans que la structure rubanée, qui la caractèrise, soit l'œuvre de l'alternance des saisons, comme cela serait, si elle était née sur place comme la tourbe. Cela fait que, dans certains cas, elle a pu s'accumuler aussi rapidement que les bancs de schiste faisant suite aux bancs de houille. La dessolarde marque un temps d'arrêt dans la formation, pendant lequel le limon a envahi plus ou moins les aires de dépôt.

Il semble même que l'apport du limon n'ait pas cessé complètement à la reprise de la formation charbonneuse, car, outre que les eaux devaient être troublées là où se précipitaient les schistes noirs charbonneux, intercalés ou même associés à la houille dont ils forment la cendre, des courants constants apportaient de la boue ou du sable qu'ils répandaient suivant les lignes d'altération que nous avons vues sillonnant certaines couches. A la Malafolie, notamment, il y a dans la houille tant de traînées de grès noir et de schiste qu'on ne saurait en séparer l'apport de celui de la matière charbonneuse. Les observations minutieuses, que nous avons faites sur la branche Nord de la couche Siméon, impliquent, au moins pendant la formation de cette couche, un transport simultané de tous les éléments composant les variétés de houille qui, à chaque pas, se substituent les unes aux autres. On ne comprendrait pas les rig-and-rock sans l'apport durable du limon avec les débris végétaux que des circonstances spéciales ont fait se déposer l'un à côté des autres.

Ce n'est pas à dire, comme on cherche maintenant à l'induire du fait que certains bancs de roches passent au gore et au charbon, que la matière végétale ait

été amenée constamment mélangée au limon même le plus grossier, et ne s'est déposée qu'à la suite dans les eaux ralenties. Toutes les roches ne tendent pas au charbon, et le petit nombre de celles qui y passent réellement, en renferment les éléments organiques disséminés : débris chlorophylliens et infusion végétale. Le phénomène de schistification qui, de prime-abord, paraît militer en faveur de cette théorie est, comme on verra, dû, chez nous, à l'apport dans le bassin de dépôt, par des affluents secondaires, de détritus micacés stériles.

De l'ordre de succession, dans une même strate, des grès, schiste et houille, il suit, en principe, que cette dernière a pris fond dans les eaux tranquilles ; et, à voir les changements de la houille friable (une modification de la houille ordinaire cristalline) en moure argileuse moins épaisse, tendant à une colle, on est, je crois, en droit d'admettre que l'argile ne s'est précipitée que dans des eaux encore plus calmes, conformément aux expériences de M. Bischoff (1), d'après lesquelles les débris de plantes tombent plus facilement au fond de l'eau que l'argile en suspension. C'est, sans doute, à cela qu'il faut attribuer la persistance des lits de moure et l'effilement des couches du côté où elles se transforment en moure.

Toujours est-il que la houille, stratifiée comme elle l'est entre les inégalités du mur des couches, ne paraît pas s'être déposée dans une eau parfaitement tranquille; il y a eu entraînement.

C'est seulement sous des eaux animées d'une certaine vitesse que la houille a pu se stratifier conformément aux nerfs inclus, et sous des eaux probablement assez profondes, comme l'atteste la schistosité des roches fines associées aux belles couches. Quant aux dépôts irréguliers, ils ont sans doute pris naissance dans des eaux moins profondes, ayant réparti et classé très inégalement les différentes sortes de limon charriées ensemble.

Cependant, la nappe liquide, par une trop grande épaisseur, ne devait pas faire obstacle à la production des courants d'eau relatifs qui ont formé, dans quelques couches, des bandes stériles obéissant aux directions de certaines failles, ridements, ou autres mouvements du sol de dépôt.

Nous remonterons plus loin aux conditions générales de la formation du terrain houiller tout entier, de l'élaboration des limons minéral et végétal et à leur dépôt dans nos bassins circonscrits.

Nous pouvons, dès maintenant, pressentir une de ces conditions.

Tout indique que la formation des couches de houille a coïncidé avec une période de calme dans le jeu des forces physiques, car, la houille mise de côté, les roches qui l'accompagnent sont à pâte fine et à éléments principalement désagrégés par les actions chimiques. C'est un fait constant, sur lequel nous reviendrons, mais qui est nettement marqué dans le Centre de la France, où les grands dépôts

(1) *Lehrbuch d. Chem. und Physik. Geologie*, 1010 et 1011.

charbonneux, contemporains par les fossiles (savoir la 3e à Saint-Étienne, les puissants amas de Montchanin, les grandes couches de Commentry et de Decazeville) gisent au milieu d'assises épaisses de roches dont les éléments ont subi, indépendamment des lieux, en même temps, une très longue préparation avec la houille; en sorte que, sous ce nouveau rapport, la formation de la houille ne doit pas être séparée de celles des roches associées; c'est ce que les premiers paragraphes de la deuxième partie vont démontrer avec une pleine évidence.

CHAPITRE II.

Formation des roches et des dépôts houillers.

Dans la première partie, nous avons parlé, à un point de vue secondaire, des roches en rapport avec la houille. Il s'agit maintenant de les examiner au principal, avec une attention et des développements en rapport avec l'appoint de connaissances qu'elles paraissent devoir nous fournir sur la formation des bassins carbonifères, objet principal de ce Mémoire.

L'étude des roches, lorsqu'on veut remonter jusqu'à leur origine, présente des difficultés presque aussi grandes que celle de la houille, avec cette particularité aggravante que la nature, en ce qui les concerne, a, dans plusieurs cas, abouti, non seulement par des voies différentes, mais encore avec des matières premières ou des points de départ variés, à des résultats semblables, pour ne point dire identiques. C'est ainsi que la pyrite, qui, dans la houille, est un produit de réduction par voie humide, ressemble à celle émanée directement des entrailles de la terre, et nous verrons que le carbonate lithoïde des houillères pourrait bien avoir une triple origine.

Nous allons successivement décrire les roches, puis les dépôts houillers et leur ordonnance avec la houille.

Les roches étant les unes formées de sédiments et les autres des dépôts chimiques, nous commencerons par les derniers qui imprègnent souvent les autres.

PÉTROGRAPHIE

I.

Roches de dépôt chimique.

On est habitué à considérer le terrain houiller comme formé de grès, de schiste et, accessoirement, de houille et de carbonate lithoïde ; ce sont bien là les composantes ordinaires des formations terrestres.

Mais les formations marines de la même époque sont plus ou moins exclusivement composées de calcaire.

Calcaires marins et d'eau douce.

Cette roche, qui est généralement un produit de la mer, a fait l'objet d'études nombreuses, principalement pour ses fossiles, et je ne m'y arrêterai pas, non plus qu'au calcaire d'eau douce, qui n'existe dans le terrain houiller qu'en couches très subordonnées à d'autres dépôts de source.

Dans le Centre de la France, les roches de dépôt chimique se résument en trois productions principales : le carbonate des houillères, le silex et les trapps, et le gore blanc.

Le carbonate des houillères, se rencontrant dans toutes les formations carbonifères, mérite de fixer tout d'abord notre attention.

1° Minerai lithoïde des houillères.

SIDÉROSE (*Eisenstein*, *Ironstone*).

Nature chimique du carbonate des houillères.

Nous allons successivement passer en revue la nature de cette roche, son mode de gisement, et rechercher son origine.

Le carbonate lithoïde des houillères n'est pas un sel simple, mais un carbonate multiple de FeO, CaO, MgO. Il renferme, lorsqu'il est pur, 70 à 80 p. °/₀ de Co^2FeO, avec 7 à 14 p. °/₀ d'argile. Parfois le Co^2CaO se substitue au Co^2FeO dans une proportion plus ou moins importante, jusqu'à renverser les rôles, lorsque, par exemple, il y a, comme dans les couches inférieures de la série anglaise, 61 p. °/₀ de Co^2CaO contre 16 p. °/₀ de Co^2FeO. Berthier a, le premier, trouvé réunis au carbonate multiple ci-dessus formulé, du Co^2MnO, et de l'oxyde de fer; il paraît que ce dernier est presque toujours mélangé aux carbonates. En Haute-Silésie, du phosphate de fer leur est intimement associé, et, chez nous, des pyrites arsenicales, En outre, des incrustations tapissent les criques internes des nodules, comme les fissures de retrait de la houille et des roches; ces incrustations se sont dégagées de la masse au cœur de laquelle elles n'auraient pu parvenir par voie d'infiltration; elles comprennent, au Treuil, de la blende, de la galène, de la barytine, comme le carbonate des houillères anglaises (qui contient en plus quelquefois de la pyrite de cuivre), ou comme certains minerais de fer liasiques de la Lorraine.

Le minerai de fer lithoïde, à cassure compacte et grise, est plus ou moins argileux et bitumineux ; il n'est libre de sédiment que dans la houille pure; il faut donc, pour juger de sa nature absolue, d'après le tableau suivant, y faire au moins abstraction de l'élément schiste dont il sera donné plus loin l'analyse.

SPHÉROSIDÉRITE de Sarrebruck.		PLAQUETTE du Mouillon (Loire).		MINERAI COQUILLIER anglais.		BLACKBLAND de Bochum.		HOUILLE SIDÉRIFIÉE de Waldenburg Substances terreuses.	
CO^2FeO	4,05 p. %	CO^2	24,70 p. %	FeO	34,22	CO^2FeO	69,99	CO^3FeO	63,59
CO^2MnO	»	FeO	25	Fe^2O^3	0,60	CO^2MnO	0,78	SiO^3	25,03
CO^2CaO	0,34	MnO	2,40	MnO	2,87	CO^3CaO	0,00	Al^2O^3	6,61
CO^2MgO	2,19	CaO	3,50	Al^2O^3	0,23	CO^2MgO	3,67	KO	0,06
SiO^3	51,80	MgO	5,60	CaO	11,91	SiO^3	1,92	NaO	0,23
Al^2O^3	14,71	SiO^3	2,60	MgO	1,44	Al^2O^3	0,52	CaO insoluble	2,75
Fe^2O^3	13,99	Al^2O^3	1,25	CO^2	32,52	Fe^2O^3	7,77	MgO insoluble	1,28
CaO insoluble		PhO^5	0,55	PhO^5	0,87	CaO insoluble	0,14		
MgO id.	0,29	As	0,15	SO^3	0,12	MgO insoluble	0,13		
Fe^2O^3 id.	2,89	Argile	14,65	FeS^2	0,35	Charbon	11,76		
Charbon.	»	Quartz	16	SiO^3 insoluble	3,13	Eau	3,01		
Eau	4,80	Eau et mat. org.	3,60	Al^2o^3 insoluble	1,12				
				Fe^2O^3 d°	0,33				
				Matières org.	8,93				
				Eau hygrosc.	0,23				
				Eau combinée	0,75				

Débris organiques inclus.

Le carbonate des houillères est un dépôt chimique qui a dû acquérir de la consistance aussitôt précipité, car les empreintes n'y sont pas aplaties comme dans les schistes : les Cordaïtes ont été fixés dans le *carreau*, ou bande de schiste ferrugineux de la 13ᵉ couche (Pl. IV, fig. 7), avec la forme ondulée que ces feuilles avaient au moment de leur dépôt; les *Cardiocarpus* ont conservé tout leur relief dans le minerai de source de Decazeville, comme les coquilles leur forme dans les nodules calcaires des « Lower coal-measures » du Shropshire. Toutefois, les tissus anatomiques y sont très mal préservés, sauf dans quelques nodules de la Bohème.

Le carbonate des houillères, ayant fixé dans la houille même, à quelques places, l'état physique des débris végétaux tels qu'ils ont été entassés, doit nous permettre de juger du mode de formation de celle-là d'après l'agencement de ceux-ci. M. Stur dit qu'ils se présentent comme dans la tourbe. Sans vouloir révoquer en doute son assertion, je crois devoir dire que, partout, jusque dans les concrétions calcaires de « lower foot-mine », je les ai trouvés dissociés et remaniés comme dans les schistes.

MODES DE GISEMENT DU CARBONATE DES HOUILLÈRES.

Sphérosidérites.

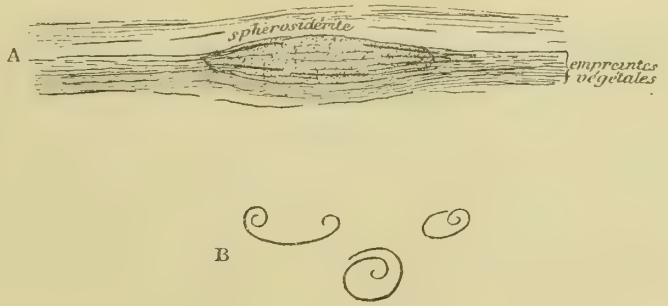
Le carbonate des houillères gît, le plus souvent, sous la forme de lentilles aplaties ou de nodules irréguliers, dans la houille comme dans les schistes; il abonde principalement dans le charbon cru (14ᵉ c.), dans les roches charbonneuses (la Baraillière), ou dans les serrées et les rolls, comme s'il s'était déposé, ainsi que le calcaire, surtout là où les eaux sédimentaires étaient agitées. Il y en a aussi dans les dépôts réguliers de charbon pur (13ᵉ). Ce sel, difficilement soluble, s'est précipité dans la houille, attiré par des débris ligneux, et dans le schiste autour de débris organiques marins ou terrestres, ayant joué à son égard le rôle de centre d'attraction (1).

On peut admettre qu'il s'est, en quelque façon, concentré sous la forme de nodules, pendant ou immédiatement après le dépôt, car les empreintes végétales, couchées auprès des nodules, y pénètrent comme l'indique la figure 22, et les débris orga-

Figure 22.

A. *Manière dont les empreintes végétales pénètrent dans les sphérosidérites.*

B. *Enroulement des feuilles de Poacordaïtes dans le gore blanc.*



niques y ont été fossilisés avant le plus petit tassement. Cela est visible dans la couche du Sagnat (Pl. IX, fig. 1) et la 8ᵉ (Pl. III, fig. 4'' A), où à des veines de schiste argileux ou de houille schisto-argileuse correspondent des renflements lenticulaires de minerai, dans lesquels, à côté de débris végétaux aplatis, il s'en trouve beaucoup qui sont à peine déprimés; ceux-ci ne sont pas convertis en houille de la même manière que les autres; les feuilles y sont plus ou moins chiffonnées comme dans les dépôts chimiques. Dans la houille, du reste, il y a parfois des nodules sans débris végétaux inclus, lesquels nodules, par cela même, paraissent s'être concrétés pendant la formation. Dans la Loire, le carbonate de chaux n'a souvent pris corps qu'après le carbonate de fer moins soluble, contre lui, sous la forme de festons d'un

(1) Le fusain pierreux de la houille a été minéralisé par un carbonate multiple de fer, manganèse, chaux et magnésie, comme celui qui forme les nodules argileux.

spath satiné qui s'est librement cristallisé, sans obstacle autre que quelques empreintes végétales repliées entre les festons.

Bandes de minerai lithoïde argileux.

Outre son mode de gisement en chapelet, en lentilles alignées ou rognons isolés, le minerai argileux forme fréquemment des bandes plus ou moins noduliformes, interstratifiées au milieu des schistes ou dans la houille, mais moins persistantes que les couches de charbon.

C'est principalement en Angleterre (1) qu'il affecte ce mode de gisement, alternant, comme à Wolverhampton, avec l'argile, les schistes argileux, le bass ou la houille. Dans les « lower-shales » du Pays de Galles notamment, d'après les belles coupes données par de la Bèche (2), la répétition des lits de carbonate de fer est, à part leur épaisseur, presque aussi nombreuse que celle des schistes, et leur somme est considérable à Cwm-Ammon. En Nouvelle-Galles du Sud, il alterne en lits nombreux avec la houille.

En Amérique, comme en Westphalie, il accompagne souvent la houille, à laquelle il est parfois associé, comme, chez nous, les nerfs de schiste, attestant leur commune origine sous l'eau ; et il forme souvent, au mur des couches, des bancs distincts, gris-noirs, schisto-charbonneux. En Westphalie, il est homogène, compact et sa cassure est celle du mannifer dont il sera parlé plus loin ; c'est le *Kohleneisenstein* des Allemands.

Blackband. — Kohleneisenstein. Houille minéralisée.

En Angleterre, le minerai rubané et stratifié par la houille renferme des matières organiques, jusqu'à concurrence de 50 p °/₀ de son volume. Dans cet état il est connu sous le nom de *blackband*. Les blackbands sont pleins d'empreintes végétales, avec des coquilles bivalves et des Poissons; ils occupent souvent la place de la houille ou du bass. En Écosse, ce minerai contient tantôt des fossiles marins, tantôt des fossiles d'eau saumâtre, ce qui l'a fait considérer comme une formation marine; cette opinion trouve un appui dans ce fait que le genre de minerai dit blackband domine dans les Lower-coal-measures et paraît propre aux formations paraliques.

Dans le Centre de la France, il revêt des caractères particuliers. La fig. 2, Pl. IX, montre la structure de nos houilles minéralisées. Il n'y a pas de doute que le minerai ne se soit déposé en même temps que la houille, alternativement avec la matière charbonneuse, évidemment sous l'eau qui contenait le sel en dissolution, et à une certaine profondeur, comme nous verrons. Dans les houilles à cendres rouges, le même minerai fait partie intégrante des substances minérales du charbon, comme l'indique une analyse du tableau ci-dessus.

En somme, le carbonate des houillères a formé les blackbands, en se précipitant avec la houille, et le minerai lithoïde, en se déposant avec le limon, de la même ma-

(1) *Iron ores of Great Britain*, 1862.

(2) *Formation of rocks in South-Wales*, pages 160 et suivantes.

nière que le carbonate de chaux a donné naissance aux marnes en se mêlant à l'argile.

Le carbonate des houillères, en cimentant le schiste grossier, constitue le mannifer *(Thoneisenstein)*; il sert aussi de liant à certains grès gris (*Eisendeckel)* qui font effervescence aux acides, comme le grès calcarifère des autres formations géologiques.

Or, les roches, contenant le carbonate de fer, alternent avec d'autres roches qui n'en contiennent aucunement. D'où, ce sel se présente comme un dépôt chimique intermittent de matières en dissolution dans l'eau, apportées sans doute d'une manière aussi intermittente, car aucune solidarité ne les lie aux sédiments.

Or, le carbonate lithoïde, ainsi que le calcaire, et de même que toute substance colloïdale, s'est souvent ramassé dans le grès et le schiste, et, à la longue, condensé en couches concentriques dessinant des ovoïdes, à la périphérie desquels le minerai est plus dense qu'au centre, contrairement aux sphérosidérites (voir Pl. VI, fig. 15). Et ce qui démontre bien que les concrétions ont pris forme longtemps après les dépôts, lorsque ceux-ci étaient déjà solidifiés, c'est que la stratification se poursuit au travers des zones minéralisées sans inflexion aucune.

Les concrétions ferrugineuses, si communes dans tous les terrains, bien qu'offrant plusieurs contrastes avec les sphérosidérites, s'en rapprochent dans quelques cas.

CONSIDÉRATIONS SUR L'ORIGINE DU CARBONATE DES HOUILLÈRES.

Le carbonate lithoïde n'est pas forcément lié à la houille, ni comme quantité, ni comme position.

Le carbonate de fer abonde, dit-on, principalement dans les horizons charbonneux, et, de préférence, dans les mélanges de schiste et de houille; mais il existe aussi en quantité dans les roches stériles, par exemple, à la base de l'étage de Bessèges (Gard) qui n'en contient presque pas lui-même; et, bien que beaucoup de nodules et de blackbands aient été trouvés en connexion avec la houille, la présence du minerai n'a pas avec elle un rapport forcé de proportion ni de position. Tantôt, comme dans le Sud du pays de Galles (1), il est très abondant par rapport à la houille, tantôt, comme dans les Asturies, il n'y en a pour ainsi dire point. Je n'ai pas vu, dans l'Oural et le Roannais, de carbonate de fer en dépendance avec la houille ou l'anthracite. D'un autre côté, il y a des sphérosidérites dans les formations de tout âge, notamment dans le Silurien de la Bohême, dans le Rhétien du N.E. des Alpes, etc.. Toutefois, l'on s'accorde à dire que le principal gisement de carbonate de fer est dans le terrain houiller.

Son origine reste entourée de mystère. Les recherches faites à ce sujet et mes propres observations m'ont suggéré les réflexions suivantes.

D'abord, lorsque l'on considère la diffusion et la profusion du carbonate des houil-

(1) *Proceedings of the South-Wales Institute of Engineers*, Oct. 1880, Pl. 54, 55 et 56.

lères dans la plupart des couches, mais non dans toutes, on est dominé par l'idée que les eaux sédimentaires le contenaient souvent en quantité notable, et qu'il arrivait tout formé dans les aires de dépôt.

Or, il n'y a presque pas de fer dans le granite et le gneiss, et il est très difficile de croire, avec Ebelmen, que tout celui du terrain houiller doit provenir de la seule décomposition des roches préexistantes, d'autant plus que son apport avec le limon a souffert des interruptions fréquentes.

Il est possible que le fer du terrain houiller provienne, en général, de la décomposition des roches préexistantes.

Cependant, il a pu et dû en être souvent ainsi, comme nous l'expliquerons plus loin. On ne doit donc pas non plus penser, avec M. Vézian (1), que le carbonate des houillères, de composition si multiple, est le produit exclusif de l'action geysérienne.

Cependant, le carbonate de fer dérive de source lorsque, par exemple, il est associé au carbonate de chaux.

Il y a évidemment du carbonate de fer qui provient directement de source. Celui qui est associé au calcaire, dans tous les étages géologiques, partage évidemment son origine. Tel est le cas du carbonate des houillères contenu dans les formations marines. Là, il n'est pas, en effet, indépendant du carbonate de chaux, qui tend à le remplacer dans la série du Gannister; les deux carbonates réunis imprègnent les grès et forment des chapelets, dans les faisceaux stériles aussi bien que productifs du terrain de houille-lignite sous-crétacé du Canada. Le carbonate de chaux peut même remplacer complètement le carbonate des houillères, comme dans les « lower shales» du Pays de Galles et dans tout le bassin de la Virginie (2), où il forme des bandes, des nodules, imprègne la moitié des schistes, usurpant ainsi, dans ce bassin, la place du carbonate de fer dans les autres.

Il existe, d'ailleurs, des cas où le carbonate de fer est manifestement un produit de source, comme auprès de la couche Pilate de Graissessac (Hérault), Pl. IX, fig. 3, où il git, de concert, avec le carbonate de chaux et le sesquioxyde de fer. Des sources de phosphate de chaux ont concouru à la formation, à Planterre (3), dans le banc supérieur de la 8e, d'un carbonate subcristallin analogue à celui de Palmesalade (Gard) qui est d'origine geysérienne.

Pour Binney (4), comme pour Steininger, tout porte à croire que le fer du terrain houiller a une origine plutonique. Mais ceux qui s'accordent sur ce point, divergent sur l'état dans lequel le fer est sorti des entrailles de la terre. Binney et Hunt croient que l'ironstone a été émis par des sources pétrogéniques, sous forme de sesquioxyde, que les matières végétales, en décomposition, auraient ensuite réduit et transformé en carbonate de fer. Cette explication n'est, de prime-abord, pas applicable à celui qui est lié au sort du calcaire.

Il est certain qu'il y a eu, à l'époque houillère, des émanations de peroxyde de

(1) *Prodrome de géologie*, II, 187.

(2) *Transactions of the american Institute of Mining Engineers*, vol. VII, p. 227.

(3) Gruner, *Bassin houiller de la Loire*, 1re partie, p. 140.

(4) *On the origine of Ironstone*, 1855.

Il y a eu des émanations de sesquioxyde de fer boueux et le carbonate lithoïde paraît avoir pu en naître en certains cas.

fer, comme à l'époque du Trias, pendant la formation des marnes rouges ; nous en signalerons quelques exemples plus bas.

Or, les séries rouges contiennent peu ou ne contiennent pas de houille. Par contre, le terrain houiller productif ne renferme le fer qu'à l'état de carbonate, maintenu, suivant toute probabilité, dans cet état peu stable, par la présence des substances organiques. Le carbonate et l'oxyde de fer vont d'ailleurs ensemble dans le terrain houiller de Pigère (Gard). On peut donc croire que, dans certains cas, le carbonate des houillères est le produit de l'action de la décomposition végétale sur les suroxydes de fer.

Processus de l'action des débris végétaux en décomposition sur le peroxyde de fer.

Hooker et Bischoff (1) expliquent la formation du carbonate de fer, répandu dans la houille et les roches carbonatées, par ce qui se passe dans les marais où les dépôts limoneux rouges sont décolorés par la réduction de l'oxyde de fer et celui-ci dissous par l'acide carbonique provenant de la décomposition des végétaux. Dans ce cas, les acides organiques auraient enlevé du limon les oxydes de fer, de manganèse, de chaux et autres terres alcalines, et les auraient déposés, à l'époque houillère, sous la forme de nodules dans les aires de dépôts, comme, aujourd'hui, le fer, enlevé de la même manière au sol des marais, se dépose à leur issue ou dans les terres que pénètrent leurs eaux. Pour M. Bischoff, le peroxyde de fer, existant à côté du carbonate dans les sphérosidérites, confirme cette explication, d'autant plus que le carbonate s'oxyde difficilement ; ce chimiste, pour soutenir son thème, se fonde encore sur ce que les argiles schisteuses, les plus pauvres en fer (2), appartiennent à des formations de lignite ou de houille, ou aux roches les plus riches en restes de plantes, par suite, évidemment, de l'action réductive et dissolvante de la végétation sur leur fer que l'eau a ensuite emporté.

Mais le carbonate des houillères provient ordinairement de la décoloration du limon.

On ne saurait admettre qu'il y ait toujours eu des sources de peroxyde de fer, et, dans le sens des explications d'Ebelmen, je ferai remarquer que, dans le bassin de la Loire, les couches, avoisinant la houille, sont décomposées, décolorées, et ont leur fer à l'état de carbonate, tandis que, dans les massifs stériles, elles sont peu altérées et verdâtres, contenant leur fer à l'état de silicate. Dans le premier cas, le fer a été évidemment extrait du limon par les végétaux, à l'état de bicarbonate et enlevé.

J'ai suivi attentivement le fonçage du puits Sainte-Marie-du-Chambon et j'ai remarqué, à la traversée de l'étage stérile, que, à chaque rencontre de filets charbonneux, les grès devenaient plus blancs, la pâte des schistes plus fine, et qu'il y avait des rognons de carbonate de fer. Je ne connais pas d'arènes granitiques aussi blanches que les grès houillers qui reposent sur les couches, et je suis convaincu que les roches, avoisinant la houille, ont subi, vis-à-vis du fer, l'influence de la

(1) *Der chemische und physikalische geologie,* II, p, 136, 137, 141, 143 et 145.
(2) *Loc. cit.*, p. 129.

végétation, non sur place, comme l'a prétendu M. Lyon Playfair, mais avant le transport, en dehors des bassins géogéniques, sur le sol des marécages environnants jonché de végétaux, car nous avons vu que le minerai arrivait tout formé avec les sédiments sur l'aire de dépôt.

Aucun parallélisme ne saurait être établi entre le carbonate et le minerai des marais.

C'est sans raison que l'on a comparé le carbonate lithoïde au minerai de fer des marais (*bog iron ore, raseneisenstein*, même les sphérosidérites qui en ont les impuretés d'origine organique. Le minerai des marais, de composition quelque peu variable, est habituellement formé de peroxyde avec phosphate de fer; il provient de la réduction et de la dissolution du fer des roches par les végétaux en putréfaction, et de sa précipitation subséquente, avec ou sans l'aide des Diatomées, dans les eaux superficielles, où il ne se concrète que du fer hydroxydé, parce que le milieu reste oxygéné à la faible profondeur de 1 à 3 pieds, où se passe le phénomène. Aussi, les substances végétales sont-elles brûlées dans le minerai des marais que j'ai vu. Quant au carbonate des houillères, il s'est, pour ainsi dire, toujours précipité en eau profonde, ou plutôt à l'abri de l'air avec le limon, car, dans les conditions où il gît, on ne trouve généralement pas d'oxyde rouge ; je n'ai rencontré celui-ci qu'une seule fois dans la houille de la Béraudière, et je ne sache pas qu'amené dissous dans l'eau, le fer se précipite aujourd'hui à l'état de carbonate.

Résumé des conclusions.

De tout ce qui précède, il semble résulter qu'on peut attribuer le carbonate lithoïde, partie aux sources qui l'ont émis, 1° soit à l'état de bicarbonate, 2° soit à l'état d'hydroxydes, que la végétation a transformés en carbonates, 3° partie à l'action des substances organiques sur l'oxyde de fer, que renferme tout limon.

Cette dernière origine est évidente partout où le terrain houiller, résultant de la décomposition complète des roches préexistantes, est décoloré. Elle frappe les yeux à Brassac, où les roches charbonneuses, à pâte fine, contiennent, à l'état de nodules carbonatés, le silicate de fer, des roches gris-verdâtres formant les étages stériles. Il en est généralement de même à Saint-Étienne et ailleurs.

Toutefois, comme dans les terrains rouges, il y a des zones décolorées au voisinage de la houille ; il faut admettre, en principe, la possibilité du concours des hydroxydes de source à la formation du carbonate, mais pour une très infime partie. A la pointe du Cap-Breton, où les séries rouges alternent avec les séries charbonneuses, cette origine du carbonate lithoïde paraît mieux marquée que chez nous. La production directe du carbonate par des sources est très probable dans les Galles, où ce minerai abonde, à la base du terrain houiller, plus qu'en proportion du fer contenu dans les sédiments et de la houille nécessaire à sa réduction. Son dualisme est évident dans l'Aveyron, où la grande couche supérieure est entièrement remplacée, au Gûa et sous Decazeville, par du minerai de source, autre que les sphérosidérites épars auprès de toutes les couches et qui paraissent avoir été extraits par la végétation de la substance des grès et des schistes, qui sont géné-

ralement blancs dans ce bassin. Des analyses chimiques minutieuses sembleraient devoir contribuer utilement à nous fixer les idées sur la question de l'origine multiple du carbonate des houillères. Il appartient à la chimie de dévoiler les différences essentielles qui séparent le minerai de source du carbonate des nodules sporadiques, dont les composés solubles concentrés doivent varier suivant qu'ils proviennent du lessivage du granite ou des micaschistes.

Formation de la pyrite de fer dans la houille. — La pyrite de fer fait partie intégrante de la houille, où sa présence est inséparable de celle du carbonate de fer, qui y a minéralisé les nœuds ligneux. Elle existe non rarement en veines dans la houille et le lignite, que son abondance a, parfois, rendus exploitables, pour la pyrite, par exemple, à Gouhenans (Haute-Saône).

Hooker et Bischoff ont expliqué l'origine de la pyrite de la houille par la réaction des végétaux en décomposition sur le sulfate de fer. La décomposition des sulfures métalliques du terrain primitif désagrégé a naturellement produit des sulfates, et on comprend facilement que la pyrite ait été revivifiée au contact de la matière charbonneuse. Rien n'empêche de concevoir qu'elle ait pu aussi résulter d'une réaction chimique d'autres sulfates, comme le sulfate de chaux, qui est commun, ou les sulfates alcalins sur le carbonate de fer, à la faveur des matières végétales.

Quoiqu'il en soit, la pyrite de fer de la houille gît dans des conditions à n'avoir pu dériver d'émanations gazeuses, même celle qui tapisse avec la dolomie les fissures de retrait, laquelle paraît bien avoir été engendrée, très lentement, dans le charbon et avoir été séparée par ségrégation et déplacée, à l'état naissant, par la circulation des eaux dans les roches.

II.

2° Roches de source et roches éruptives.

Comme suite au paragraphe précédent, j'examinerai, d'abord, le rôle qu'ont pu jouer les sources dans la rubéfaction du terrain houiller et sa solidification.

Roches moyennement rouges.

Étant connu que le limon issu de la désagrégation des roches anciennes est d'autant plus rouge que leur décomposition est plus complète, on pourrait s'attendre à ce que le terrain houiller eût, comme beaucoup d'autres, cette couleur, principalement au voisinage des couches de houille; et il l'aurait souvent, si le charbon n'avait pas, comme nous venons de l'expliquer, blanchi les roches. Il en est résulté que le terrain productif est noir, gris et blanc, à de très rares exceptions près. Cependant, en France, le terrain houiller stérile est gris-verdâtre, sans doute parce qu'il est formé de roches incomplètement décomposées et presque dépourvues de fer. Les « Upper-coal-measures » de Manchester et des South-joggins sont rouges, comme les séries stériles marines, mais si peu que, en général, on peut considérer la couleur des couches des différentes assises houillères comme inhérente à la nature

et au degré d'altération des roches plus anciennes, variables suivant les pays, dont elles ont été respectivement formées.

Argile rouge chocolat.

Les roches rubéfiées par l'oxydation du fer du limon le sont beaucoup moins que, par exemple, le vieux et le nouveau grès rouge, dont les « red marls » contiennent jusqu'à 10 p. °/₀ de fer, comme, à Saint-Étienne, les argiles rouge-chocolat de Gidrol, de Terrenoire, de Givors qui ont été essayées comme minerai de fer. Il n'y a donc pas de doute que, dans ce cas, le fer n'ait été versé dans le limon carbonifère par des sources. Les argiles chocolat ne se présentent, en effet, qu'au bord Sud du bassin de la Loire, où existent des failles qui ont dû donner naissance à des sources ferrugineuses, au milieu et à la fin de la formation ; tous les bancs ne sont pas rouges; il y a même des argiles rendues bigarrées, comme par une pénétration d'eau ferrugineuse après dépôt; et, comme l'exprime la fig. 4, Pl. IX, le Rothliegende de Saint-Étienne comprend, au milieu d'une alternance de grès et d'argiles micacées, rouges et grises, coupée d'argile blanche, des veines nombreuses d'un hornsteinschiefer, qui est incontestablement un produit de source (1), car, dans le plus étroit voisinage de cette roche, quelques bancs de grès ou de schistes sont silicifiés, et à Gidrol. Cette espèce de lydienne prend un aspect vacuolaire qui rappelle les épanchements de mélaphyre.

Parmi les roches de sources, on peut compter, en première ligne, les dépôts de silice, qui sont très variés.

Ce sont, ordinairement, les sources siliceuses qui ont transformé, dans l'Oural, les grès en quartzites, comme je m'en suis rendu compte à Saint-Étienne, et déposé dans le Roannais, des bancs plus ou moins nombreux de lydienne et de Kieselschiefer, qui paraissent en dépendance avec les éruptions de porphyre. La plus grande partie du Culm du Maconnais est composée de schistes silicifiés tirant sur le Kieselschiefer. Dans la Basse-Loire, le terrain carbonifère, dont une coupe est donnée Pl. II, fig. 2, a pour caractères pétrogéniques de renfermer une sorte de pétrosilex, dite *pierre carrée* (Euritine de Cordier), qui se trouve au mur et dans les couches d'anthracite et comprend des grès à ciment feldspathique, comme le grès anthracifère du Roannais, qui est le produit combiné de l'action éruptive et de l'action sédimentaire. Dans le terrain houiller supérieur des Corbières, l'action geysérienne m'a paru avoir aussi constamment agi que dans notre Culm. Dans le Permien de l'Autunnois, l'élément siliceux a fortement durci les schistes supérieurs ; au Nord de

Grès-quartzite, Kieselschiefer. Pierre carrée, etc..

(1) Comme preuve que les sources ont fourni un certain contingent de fer pendant la formation carbonifère, je citerai les hématites calcaires de Pittsburg, celles de Patricroft en rapport avec la coloration rouge, les couches et les veines d'hématite trouvées au fond du bassin du Lancashire et au milieu des dépôts houillers calcaires de la Forêt de Dean, etc. ; et surtout, dans le terrain houiller productif de Sarrebruck, une bande rouge limitée d'un côté et située entre des couches non colorées, laquelle bande donne lieu à une exploitation de minerai de fer et contient quelques veinules de carbonate de chaux.

Dracy-Saint-Loup, la silice de source, qui est en connexion avec une veine de dolomie, s'est concentrée dans le schiste, comme le carbonate des houillères, autour de débris végétaux, qu'elle a pétrifiés d'une manière analogue à ceux trouvés isolément dans le Champ de la Justice.

Dépôts siliceux du bassin de la Loire.

Les dépôts des sources siliceuses sont particulièrement remarquables sur la lisière Nord du bassin de la Loire; ils sont puissants et interstratifiés aux roches du terrain houiller, à Saint-Priest et à Montraynaud; les débris d'une formation

Houille silicifiée.

d'une même nature, que j'ai trouvés à Grand'Croix, renferment une grande variété d'organes végétaux si bien conservés qu'il est possible d'en faire l'étude anatomique aussi rigoureusement que celle des mêmes parties des végétaux vivants ; les nombreuses préparations, qui ont été prises, au Muséum, par M. Renault dans les silex calcédonieux les plus noirs, montrent, fixés par la silice, les mêmes détritus végétaux, qui sont visibles dans la houille préparée en lames minces et transparentes : ils sont désagrégés et déplacés tout autrement que dans la tourbe.

Roches éruptives. Talourine, etc..

Les roches éruptives ne contrastent pas complètement avec les roches modifiées par l'activité geysérienne; elles se lient les unes aux autres par des transitions insensibles; et il n'y a pas de doute, pour moi, que les deux actions appartiennent au même ordre de phénomènes, l'eau ayant joué, dans le Forez, un rôle considérable dans la formation des porphyres.

Nos porphyres éruptifs se sont étalés avec une régularité qui dénote un état demi-fluide au moment de leur éruption. Tel est le cas de la talourine, trapp ou tuf porphyroïde basique, décrit par M. Gruner dans sa *topographie souterraine*, 1re partie, p. 177. Le porphyre houiller de Brassac, qui a été assimilé à la pierre carrée de la Basse-Loire, à cause de son ciment siliceux et feldspathique, est évidemment un tuf ou produit de l'action éruptive combinée à l'action hydrothermale.

Dans le Culm du Maconnais, les tufs granulitiques alternent, parfaitement stratifiés en bancs et mises, avec les schistes siliceux, et leurs éléments cristallins se sont dégagés, après coup, dans la masse demi-liquide déposée en couches.

Alors que, dans le Culm du Centre de la France, les éléments éruptifs constituent le fond des sédiments, ils sont très faiblement représentés dans le terrain houiller où l'on ne rencontre, en général, que quelques épanchements boueux sous la forme de *gore blanc*.

III.

Du gore blanc de Saint-Étienne et de sa formation. Argilophyre et Pétrosilex.

Le gore blanc de Saint-Étienne, dont M. Gruner fait à peine mention, mérite de retenir cependant notre attention, comme participant, à la fois, des roches de source et des roches de sédiment.

Caractères physiques du gore blanc.

De même que les argilolithes à aspect feldspathique et siliceux, la roche en question est blanche, homogène, rude au toucher ou savonneuse, à pâte fine, compacte ou rubanée.

C'est probablement, du moins en partie, une roche de dépôt chimique, car elle remplit certains vides de plantes où elle ne paraît pas avoir pu pénétrer mécaniquement, et elle affecte, avons-nous vu à l'article VI du chapitre I[er] et figuré Pl. IX, la forme mamelonnée des matières diluées susceptibles de se déplacer dans un fond boueux.

Le gore blanc est souvent mélangé de mica et d'autres grains transportés par les eaux, et la part de l'action chimique n'est pas toujours facile à déterminer dans sa formation.

Conservation des végétaux fossiles inclus.

Les empreintes s'y présentent d'une manière particulière ; elles sont peu aplaties; les *Walchia* ont conservé tout leur relief dans le gore blanc rencontré à 260 mètres au puits Ferrouillat ; elles occupent toutes les directions dans celui de Patroa et du Treuil, où elles paraissent avoir été comme engluées ; les feuilles de Cordaïtes y sont recourbées ou enroulées d'une manière significative (1), figurée sur le croquis 22 (voir p. 79) ; les tissus, bien que pétrifiés, sont très mal conservés, ayant subi une profonde altération sous l'influence des alcalis de la roche. Le peu de houille, que j'en ai pu recueillir à Patroa, n'est pas distillée, elle m'a donné :

Eau hygrométrique..	2 p. °/₀		
Matières volatiles....	18		
Coke boursoufflé.....	80	carbone fixe.	56
		cendres.....	24

Le charbon de la couche immédiatement supérieure, que l'on suppose être la couche des Rochettes, contient 30,50 p. °/₀ de matières volatiles et 9,55 de cendres.

Un *Calamodendron*, d'ailleurs, a végété dans le gore blanc, traversé à 230 mètres de profondeur par le puits Saint-Benoît, et un *Calamites major*, entre les bancs de celui qui affleure à la tranchée du puits Malval, à 60 mètres environ au-dessus de la Grande couche Malafolie.

Je donne ci-après la composition de quelques gores blancs, et l'analyse de roches éruptives de même aspect et de roches ordinaires du terrain houiller, pour montrer les ressemblances et différences chimiques qui les rapprochent ou les éloignent les uns des autres.

(1) M. Sterzel vient de décrire une feuille enroulée de la même manière, trouvée en rapport avec les tufs porphyroïdes du Rothliegende moyen du Nord-Ouest de la Saxe.

Tableau d'analyses chimiques.

	GORE BLANC du puits Saint-Louis du Bessard	GORE BLANC de Patroa	GORE BLANC de la couche des Trois-Gores	CENDRES (32 p. °/₀) de la houille de cette couche	GORE BLANC de Saint-Priest	GORE BLANC de Burlat	GORE NOIR de la 8e couche	ROC de l'Escarpelle	CENDRES (18 p. °/₀) de la houille de Kizell (Oural)
SiO^3	74,25 p.°/₀	59,70 p.°/₀	70.40 p.°/₀	64,95 p.°/₀	79,10 p.°/₀	69,50 p.°/₀	54.92 p. °/₀	63,90 p.°/₀	50,60 p.°/₀
Al^2O^3	11,00	19,30	14,00	23.65	8.00	19,20	Al^2O^3 / Fe^2O^3 25,01	22,80	28,18
CaO	5.25	1,47	2,00	0,70	Traces	0,10	1,36	1,05	1,25
MgO	Traces	0,92	»	Traces	»	Traces	»	0,44	0.39
KO	?	3,52	3,50	?	4,78	2,90	3,60	2,85	0,867
NaO	?	0,42	»	?	1,12	0.35	«	0,44	
Fe^2O^3	FeO=3.50	»	3,20	10,85	»	»	»	»	18,87
Perte au feu	CO^2=5,40 HO=0,60	8,13	6,45	»	6,74	4,70	14.10	8,31	»

Observations.

Ce tableau appelle une première observation, c'est que la plupart des roches qui y figurent ont une composition qui n'est pas sans ressembler à celle du kaolin, dont elles ont, de plus, quelquefois, les éléments non décomposés, mais remaniés : mica, quartz et feldspath. Or, les unes sont d'origine éruptive ou hydrothermale, et les autres des dépôts mécaniques. La proportion de potasse les éloigne toutes des argiles et même des argiles schisteuses. Le fer est à l'état de carbonate, ainsi qu'une partie de la chaux.

Particularités offertes par la roche.

Le gore blanc de la couche des Trois-Gores a l'apparence d'un feldspath compact. Au Treuil, vers 500 mètres de profondeur, il est pétrosiliceux et, au puits de Bellevue, pailleté de mica ; au-dessus de la couche des Rochettes, à Montmartre, il est rubané par des veines de silice calcédonieuse.

Le puits de Patroa a recoupé un lit de gore blanc ayant le faciès granitoïde d'un tuf; préparé en lame mince pour l'examen au microscope, il se montre composé de grains et cristaux de quartz, de feldspath et de mica, à arêtes vives il est vrai, mais brisés et distribués plus uniformément que dans les porphyres, au milieu d'une masse non cristalline, homogène, comme celle d'un gore blanc ordinaire du même puits, préparé également en lame transparente.

Voici, du reste, les gisements de gore blanc que j'ai constatés, dans la Loire, depuis 20 ans, sans répéter ceux signalés avant et après :

Gisements principaux.

Chazotte, entre deux bancs de la 15e. Montcel, au-dessus de la Forestière. Tranchée de l'Éparre et puits Saint-Louis entre les 11e et 12e. Puits de la Chaux, à 356 mètres. Villebœuf, dans les couches du système moyen. Puits de Bellevue. Culatte, à 28 mètres au-dessous de la 8e. Affleurement rue du Haut-Tardy. Puits de la Chana, à 6 mètres au-dessus de la couche de 350 mètres. Béraudière : affleurements à la carrière du puits Saint-Joseph (couche des Trois-Gores), auprès du puits Mars et au-dessous de la première crue ; à Montrambert, seulement dans la couche des Trois-Gores. Malafolie :

entre la couche supérieure à la 3e et la couche inférieure de Chaponost, et dans la carrière de Chaponost. Puits Malartre, à 267 mètres. Combe-Blanche, à 205 mètres au-dessous de la 4e couche. Troussieu, à 34 mètres du puits dans le travers-bancs Ouest, au mur d'une petite couche de houille, et à 656 mètres au travers-bancs Nord. Quartier Gaillard, au milieu de la 7e. Montieux, banc de 0m30 près de la 12e.

Le gore blanc passe souvent aux roches ordinaires dont il paraît, dans quelques cas, servir de ciment, savoir :

Au-dessus de la couche des Littes, passant à du gros gore à cassure de calcaire; au puits Ambroise, près de la 7e *bis*, associé à du gore noir, qui paraît avoir le même ciment ; au puits de la Vogue, à 400 mètres, passant par alternance à du gore noir ; au toit de la 14e, au Montcel, passant à du grès carrelé; au tunnel de la Béraudière, constituant le ciment des grès et schistes voisins.

Le gore blanc est une roche du Plateau central de la France.

D'après cette énumération, le gore blanc n'est pas rare à Saint-Étienne. J'ai retrouvé la même roche à Decize, à Brassac, à Aubin, à la Grand'Combe, au Creuzot (barre blanche du toit de la couche), à Blanzy (barre blanche dans la couche Lucy), à Commentry (banc de roseaux), etc.. On pourrait croire qu'il est propre à tous les dépôts houillers. Mais, dans le Centre de la France, il n'est nulle part plus commun que dans la Loire. Et, d'après M. Stur qui a vu le gore blanc de Saint-Étienne, cette roche n'existerait pas en Bohème dans des bassins lacustres contemporains de ceux du Plateau central. Les argiles en roche du bassin de Sarrebruck sont notamment plus alumineuses et moins alcalines. Les roches analogues, que j'ai pu observer dans le Lancashire, dans les Asturies, sont beaucoup plus argileuses et diffèrent à plusieurs égards. Le gore blanc est-il donc une roche du Plateau central de la France?

SUR L'ORIGINE DU GORE BLANC.

Le gore blanc est-il un produit naturel de la décomposition du feldspath des roches anciennes?

Bien que, chez nous, cette roche soit assez commune et paraisse former le ciment de quelques gores et grès, elle n'existe pas partout, liée aux autres dépôts houillers; elle est indifférente à leur matière et gît tout aussi bien et demeure la même dans les roches micacées que dans celles quartzo-feldspathiques.

Pour peu qu'on ait une tendance au Huttonisme, on pourrait supposer que le gore blanc résulte, en général, des produits délayables de la décomposition lente des terrains primitifs, dont il contient souvent des détritus, c'est-à-dire de la décomposition des feldspaths en argile hydratée et silice gélatineuse, avec alcalis, et n'est, somme toute, qu'une espèce de kaolin régénéré; la grande proportion de silice n'embarrasserait même pas les géologues de l'École de Delanoue (1), qui estiment que cette terre, si abondante dans les roches anciennes, a la même origine.

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1854, p. 562.

Ou est-il un produit éruptif ou de source?

Mais le gore blanc n'est pas une roche de lessivage. Celui de la Béraudière n'est pas sans ressembler à une espèce de feldspath compact, signalé dans l'Allier, par M. Mallard, comme roche éruptive, ou même au gore blanc de Saint-Éloi, figuré comme trachyte dans la carte géologique du Puy-de-Dôme ; toutefois, la houille, au contact de ce dernier, est desséchée. Chez nous, la roche blanche ne se relie pas, comme à Burlat et à Commentry, à une couche de dioritine ou de porphyre et ne contient pas de cristaux. Elle ressemble beaucoup plus aux silex blancs très feldspathiques, qui sont en rapport avec les roches de source de Saint-Priest et, lorsqu'elle cimente les grès, c'est comme ceux très kaolinisés à ciment silico-feldspathique de Landuzière, et les schistes sont comme ceux de la Côte-Pelée de l'Autunnois.

On peut incliner à croire que le gore blanc est une espèce d'argilophyre, ou un produit hydrothermal pétrosiliceux d'argile et de feldspath silicifiés, dont il convient de distraire les argiles jaunes qui, comme celle de la 3e brûlante, servent d'horizon à cette couche. Le gore blanc est, en effet, une roche qui n'a absolument point la continuité des dépôts argileux : il n'y en a pas à Roche-la-Molière ; celui de la 7e, au puits Malval, ne s'étend même pas jusqu'au puits Chapelon, à 200 mètres plus loin ; le gore blanc de la galerie Ouest du puits de Troussieu n'a pas été rencontré dans la galerie Nord ; celui du puits Saint-Louis n'existe pas au puits de l'Isérable ; et celui qui surmonte la couche des Littes à la Béraudière ne parvient pas à Montrambert ; etc..

A l'appui de l'action geysérienne, je constaterai le fait qu'à Portes (Gard), près de l'Église de Lavernarède, gît une bande de gore gris siliceux qui fait suite au minerai de fer de la couche Palmesalade, de formation hydrothermale évidente ; or, la même roche se trouve associée au gore blanc du puits de Malval ; et, autre fait non moins significatif, à Montmartre, affleure un gore blanc très siliceux, qui a la cassure du Kieselschiefer et est rubané comme la porcelanite, ou pierre à rasoir, de Bully-Sur-Loire, qui est incontestablement une roche de source siliceuse dérivée des éruptions porphyriques.

Une pareille origine pour notre gore blanc n'a en soi rien d'invraisemblable, si l'on considère que, aux époques anciennes, la circulation des eaux dans l'écorce terrestre et les précipitations chimiques à sa surface étaient beaucoup plus actives et puissantes qu'aujourd'hui, notamment dans le Centre de la France où le sol ondulait et se crevassait constamment pendant la formation houillère, comme nous verrons.

Tout porte à croire que c'est une roche feldspathique d'épanchements boueux demi-liquides à faible température.

Je me crois autorisé à admettre que notre gore blanc est le produit d'épanchements boueux demi-liquides qui se sont répandus en nappes d'épaisseur très variable sur le sol de dépôt. Au Treuil, la roche très épaisse a l'apparence massive, les joints ondulés discontinus, la texture et la nuance irrégulière des coulées fluides. Elle n'est pas stratifiée comme le limon de même finesse, amené dilué en suspension dans l'eau. Les dépôts en sont limités et discontinus. A l'Éparre, on

voit une couche de gore blanc se terminer bien vite dans la direction du Nord. Enfin, il est étranger aux roches encaissantes, au double point de vue pétrologique et stratigraphique.

Le gore blanc a dû être émis à une certaine température, les empreintes y étant recoquevillées, à Montmartre comme à Bully, dans une roche analogue, issue des dernières émanations éruptives; mais la chaleur n'a pas été élevée, les débris végétaux n'étant jamais calcinés dans le gore blanc, comme dans les silex de Saint-Priest, de Landuzière et du Roannais, les plus en rapport avec les sources hydrothermales et les éruptions volcaniques.

Les variétés du gore blanc se retrouvent parmi les roches ayant ces deux origines, comme si c'était une formation intermédiaire. A l'Éparre, il contient un banc de silice stratifiée (avec *Calamites*), comme il s'en trouve à Montraynaud où le kaolin est associé au quartz. La variété pétrosiliceuse du Treuil offre un commencement de cristallisation comme la pierre de Dinas, d'origine geysérienne. D'un autre côté, la variété caverneuse du quartz calcédoine de Saint-Priest (Loire) fait partie du gore siliceux qui recouvre la couche Abylon, à la Destourbes (Gard). Il y a des veines de véritable silex dans le gore blanc du Treuil, etc..

Toutefois, le gore blanc de Saint-Étienne n'est pas en rapport avec les dépôts de sources siliceuses chaudes des bords Nord et Nord-Ouest du bassin, vers lesquels ne s'étend pas cette roche.

Les nappes de gore blanc sont en rapport avec les dislocations qui se sont produites au Centre et au Sud-Ouest du bassin, pendant la formation.

C'est vers le Sud et le Sud-Ouest qu'elle est le plus épaisse et le plus fréquente, notamment à Patroa, à Villebœuf, à la Béraudière. Entre les 11e et 12e couches, de 15 à 20 mètres qu'a le gore blanc au Treuil, il ne reste que 1 à 2 mètres à Méons et $0^{m}20$ au Cros; il ne parvient pas à Reveux et ne se prolonge pas davantage à l'Est. La 8e n'est accompagnée de gore blanc, pour ainsi dire, qu'à Beaubrun. Au niveau de la couche des Rochettes, il n'abonde qu'à la Béraudière, à Montmartre, à Villebœuf et à Patroa; ici, il forme de nombreux bancs.

Il est donc permis de conjecturer que les épanchements de ce gore se sont produits au Sud de la ville de Saint-Étienne, à plusieurs reprises, et ont, vraisemblablement, été déterminés par les grandes dislocations longitudinales qui existent entre la butte du bois d'Avaize et Montsalson, et dans la vallée de l'Ondaine.

Les sources siliceuses de Saint-Étienne, le gore blanc du centre du bassin de la Loire et le hornsteinschiefer de son Permien rouge paraissent en rapport avec les grandes fractures qui, ayant commencé à la lisière Nord, se sont reportées plus au Sud, au fur et à mesure que se conformait et se remplissait ce bassin.

IV.

Schiste et grès houillers.

Le terrain houiller productif est formé principalement de deux sortes de roches :

schiste et grès, qui offrent des termes de transition de toute espèce, en sorte qu'ils sont inséparables comme origine.

Schiste argileux. Considéré en général, le schiste houiller est un mélange d'argile et de particules de quartz et de mica, avec feldspath trituré ou décomposé. Il est plus ou moins feuilleté par suite de son mode de formation, gris ou noirci par des substances charbonneuses entièrement mélangées, dur ou tendre et argileux.

Le schiste varie suivant la nature des roches dont il provient ; à Saint-Étienne, celui résultant de la décomposition du granite ressemble très peu à celui formé de détritus de micaschistes; le dernier est en quelque sorte formé de paillettes de mica.

Les schistes, dans la Loire, présentent deux variétés bien distinctes, le *gore* et le *mannifer*.

Gore. Le gore est un schiste compact, dur, se délitant lentement à l'air, peu ou point feuilleté, de couleur sombre ; on peut voir, par les analyses figurant au tableau ci-dessus, page 89, qu'il a une composition chimique rapprochée de celle du gore blanc, ce qui ne préjuge rien sur son origine. A bien examiner le gore ordinaire, il est aisé de se rendre compte qu'il s'est déposé, sans interruption, pour chaque banc, a pris corps pendant le dépôt même et n'a pas dû éprouver, après, une réduction de volume notable, car les empreintes végétales, qui n'y sont pas toujours bien stratifiées, sont loin d'être aussi écrasées ou aplaties que dans les schistes argileux.

Le roc du Nord de la France lui ressemble, quoique plus délitable, moins siliceux et moins ferrugineux.

Mannifer. Le mannifer est un intermédiaire entre le gore et les grès fins, bien que formé d'une proportion importante de mica, et cimenté par du carbonate de fer qui forme, parfois, à Rive-de-Gier, de 20 à 40 p. °/₀ de la masse totale ; sans ce ciment étranger à ses composants essentiels, il ressemblerait assez au psammite du Levant-du-Flénu ; les cuérelles sont beaucoup plus quartzeuses et, par suite, moins micacées.

Revenant au schiste, il tourne à la variété connue sous le nom d'argile schisteuse, lorsque l'argile devient prépondérante.

Glaise. L'*Underclay* est une argile siliceuse qui devient réfractaire (*Fire clay*), lorsqu'elle tire sur le silicate d'alumine pur. Dans cet état, elle alterne souvent, en Angleterre, au Canada, etc., avec les lits de houille. N'étant ni zonée ni stratifiée, elle apparaît comme un dépôt de limon floconneux en suspension dans l'eau. Dans une partie de l'Oural, les schistes carbonifères sont remplacés par une glaise gris-bleuâtre. Dans le Centre de la France, il y a peu de glaise noire ou jaune, ou d'argile plastique qui gît préférablement au mur des couches de houille et dans les dessolardes, ou joints de stratification.

Grès. Le grès houiller présente non moins de variétés que le schiste.

Je distinguerai, avant tout, comme impliquant des conditions de formation différentes, les grès argileux et les grès durs.

Grès argileux.

Les grès argileux, formés de grains de quartz, feldspath et mica, agrégés par l'argile, dominent à Brassac ; ils se résolvent en sable et, lorsque l'argile abonde, ils ne sont pas sans ressembler au grès tertiaire de la plaine du Forez ; il y a des cas où, l'argile dominant, les grains minéraux sont isolés. Le liant argileux est gris ou noirâtre, et, dans ce dernier cas, le grès est au voisinage ou dans les couches de houille, offrant des passages au grès noir à pâte charbonneuse.

Le grès houiller, proprement dit, est consolidé par le feldspath amorphe et la silice, séparés ou mélangés (Bischoff). En Haute-Silésie, d'après Gœppert, son ciment est de la nature du schiste, comme on doit l'attendre de la provenance commune des deux roches. Dans le bassin de la Bouble, le liant est feldspathique en haut et siliceux dans l'étage inférieur. Près de Prague, il est particulièrement riche en kaolin ; etc..

Indépendamment de la grosseur du grain, le grès houiller a des caractères différents suivant la proportion des éléments qui le composent.

Tantôt, il apparaît comme du granite décomposé et simplement remanié, reformé ou régénéré ; dans cet état, connu sous le nom de grès arkose, il abonde dans les bassins du Centre de la France ; on l'a aussi signalé en Saxe, dans le Lancashire, etc.

Grès au contraire délavé et quartzeux.

Tantôt, le quartz domine en grains plus fins, par suite, évidemment, d'un long charriage, qui a facilité sa séparation des autres éléments : feldspath et mica décomposés et triturés. C'est le cas du Millstone-grit et des cuérelles. Dans l'Oural, les grès houillers sont tellement quartzeux et épurés, renfermant jusqu'à 96 à 98 p. % de silice, qu'ils en sont réfractaires, et tellement délavés que quelques-uns de ceux qui n'ont pas été cimentés par des eaux siliceuses, sont poreux et tombent en sable sec.

Le plus souvent, à Saint-Étienne, les grès proviennent de la désagrégation du granite ; ils sont plus blancs que ceux qui sont formés aux dépens du micaschiste et du gneiss ; leur origine se laisse reconnaître soit aux poudingues, soit aux schistes qui leur sont associés, portant les uns et les autres leur marque de provenance.

Grès plus ou moins grossier.

Sous le rapport de la grosseur des éléments, il y a lieu de distinguer les grès fins, sableux et argileux, le grès schisteux auquel la présence du mica contribue à imprimer cette structure, et le grès grossier (dit *taille* à Saint-Étienne, parce que c'est le seul employé pour appareillage).

Les grès houillers les plus tenus diffèrent des grès marins, tels que le Grès bigarré, la Mollasse ; ils en ont rarement la finesse et ne forment pas, à beaucoup près, des dépôts aussi étendus.

Les cuérelles sont des grès fins et quartzeux par excellence. A eux seuls, ils représentent les dépôts arénacés, dans le Nord de la France, où je ne connais qu'un seul exemple de grès grossier également quartzeux, découvert aux mines de Courrières, en outre du poudingue pisaire signalé à la base du terrain houiller de la Belgique.

A Saint-Étienne, la taille (ou grès grossier) est très commune ; elle est formée de grains assez forts de quartz, de feldspath et de paillettes de mica, dont la forme anguleuse n'a échappé ni à Gœppert, ni à Bischoff (1).

Gratte et poudingue.

Nous appelons gratte, à Saint-Étienne, une espèce de terme de transition entre la taille et le poudingue, ou un diminutif de ce dernier.

La gratte et le poudingue sont également abondants dans le bassin de la Loire. Comme les grès, ils diffèrent beaucoup, suivant qu'ils proviennent du granite et autres roches éruptives, ou exclusivement du micaschiste ; dans ce dernier cas, ils renferment plus ou moins de grains de quartz blanc, et M. Gruner leur a appliqué le qualificatif de quartzo-micacés, par opposition aux grès et poudingues quartzo-feldspathiques formés de détritus de granite. Les éléments des deux poudingues sont rarement mélangés, comme au Nord de la Malafolie.

Les poudingues contiennent, à l'état de fragments reconnaissables, les roches préexistantes sur lesquelles ont passé les cours d'eau qui les ont charriés, et, à ce titre, ils méritent de faire l'objet d'une étude spéciale commencée par Drion (2). Dans la Loire, ceux où dominent les sables de granite sont polygènes et renferment, à Rive-de-Gier, beaucoup de galets de porphyre et, à Saint-Étienne, d'autres roches : silex, gore blanc, etc. ; les éléments en sont roulés et arrondis, tandis que ceux des poudingues quartzo-micacés sont en grande partie restés anguleux, témoignant de la proximité de leur provenance.

Brèche.

Le bassin de la Loire offre, enfin, à la base, des brèches ou agrégats d'énormes blocs anguleux, confusément mélangés, sans lavage ni triage des parties fines ; elles sont considérées comme des éboulis ; je les crois plus analogues aux roches de débâcle ou aux alluvions des torrents des Alpes ; elles sont d'ailleurs stratifiées, ce qui prouve qu'elles ont pu subir un certain transport. Toutefois, celle du Mont-Crépon paraît provenir des débris, peu remués par les eaux, du gneiss qui borde le bassin de ce côté. Les agrégats varient, au reste, de composition, d'un point à un autre de la lisière ; ils sont formés de granite et de gneiss à la Fouillouse, de micaschistes aux Perrotins, etc..

PASSAGE DU SCHISTE AU GRÈS ET FORMATION DE CES ROCHES.

Les grès et les schistes sont nés ensemble.

J'ai déjà dit que les grès passent au schiste, savoir : les grès compacts successivement au grès schisteux et au gros gore bleuâtre, comme le montre la figure 23 ; la fréquence de ce fait atteste la commune origine de ces deux roches et assigne, pour le grès, un ciment analogue à ce gore qui est très dur ; à Brassac, où les boues argileuses étaient lourdes, le grès est moins séparé du schiste qu'ailleurs.

(1) *Abhandlung der Steinkohlen*, p. 138. — *Die Chem. u. Physik d. Geologie*, p. 120 et 160.

(2) *Minéralogie et pétrologie des environs de Lyon*, p. 197.

Figure 23.

Passage du grès au gros gore.

go, gore.
gg, grès gratteux.
b, brèche de schiste.
g, grès fin.
gs, grès schisteux.

Ces roches sont incontestablement nées ensemble et, entre le point de départ et le point d'arrivée du limon, plusieurs opérations successives se sont accomplies, savoir : désagrégation des roches primitives, détrition et décomposition, transport et dépôt.

Ils sont dus à la désagrégation par voie chimique des roches préexistantes

L'état physique des éléments du grès-arkose prouve assez qu'ils sont le produit de la détrition par voie chimique et non de la trituration par voie mécanique de transport; car, les grains de la roche se présentent comme ceux des arènes granitiques et ressemblent aux sables des petits ruisseaux qui descendent des montagnes du Forez.

Relativement au schiste, Ebelmen a trouvé une composition trop simple aux argiles schisteuses (1) pour les croire provenir de trituration, comme M. Daubrée (2) a été porté à l'admettre pour des schistes formés de limon à pâte feldspathique.

Comme le gore et le roc renferment du kaolin et de la potasse en quantité souvent notable, je les croirais résulter d'une décomposition incomplète des roches primitives, et j'estime, avec Fournet, que leurs homologues lignitifères sont bien différents.

Ils proviennent en minorité des bords du bassin

La nature des dépôts houillers a conduit les auteurs de la carte géologique (3) à exprimer l'idée qu'ils proviennent de la destruction des parois mêmes du vase du dépôt. Cela n'est pas douteux, à Saint-Étienne, pour les roches d'agrégat et quartzo-micacées de la lisière; mais la masse du terrain ne saurait provenir du bord du bassin, où règnent les micaschistes et gneiss; les grès et schistes d'origine granitique paraissent même avoir subi un assez long transport nécessaire à l'épuration des

(1) *Annales des Mines*, 4e série, VII, 1845, p. 7 et IX, 1847, p. 644.
(2) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XV, p. 257, et *Géologie expérimentale*, p. 253 et 255.
(3) *Explication de la carte géologique de France*, p. 579.

éléments du grès et à la formation des poudingues quartzo-feldspathiques, dont les galets roulés sont très durs. En Haute-Silésie, les roches primitives, dont provient le quartz du grès, étaient très éloignées, les galets n'ayant pas atteint le bassin géogénique et, à plus forte raison, du Nord de la France, où ne sont parvenus que les sables les plus fins. Dans le Sud du Pays-de-Galles, dit de la Bêche, la plus grande partie des détritus minéraux, formant le terrain houiller, est issu de surfaces dénudées qu'on ne retrouve plus. Dans le Gard, en particulier, à part les dépôts de lisière, les grès de l'étage de Bessèges ne ressemblent aucunement aux sables de lessivage des micaschistes et talcschistes des Cévennes, et, comme les granites de la Lozère sont postérieurs au terrain houiller, il faut croire que les sédiments sont venus, pour la plus grande partie, du Sud ou de toute autre région cachée, peut-être assez éloignée, car les détritus sont fins et assez bien classés. En tout cas, le limon, qui a formé le Culm de l'Oural, n'a pas été tiré des roches anciennes visibles dans le Gouvernement de Perm ; le quartz épuré des roches gréseuses doit avoir été fourni par des contrées lointaines.

Toutefois, à voir combien peu sont solidifiés les grès déposés par les fleuves, on peut conjecturer, contrairement au Huttonisme qui fait intervenir de grands cours d'eau pour la formation des houillères, que les matériaux, entrant dans sa composition, ont été ramassés par le ruissellement des eaux sur les pentes dénudées de bassins hydrographiques peu étendus ; la présence de beaucoup de mica, de grès-arkose et de galets, à tous les étages houillers de la Loire, témoigne de la proximité de leur provenance ; les parcelles de plantes, contenues dans les grès, et les empreintes, qui y sont conservées, ne permettent toujours pas de se rallier à l'idée d'un transport durable après leur mélange au limon.

ROCHES DE LA HOUILLE.

Les roches avoisinant la houille ont un faciès particulier.

J'ai avancé ci-dessus qu'au voisinage de la houille et en rapport avec elle, les roches sont à pâte fine, blanche, et le fer à l'état de nodules isolés ; j'ajouterai qu'elles sont en même temps noircies par des matières bitumineuses, et que ces matières se sont alliées au limon avant le dépôt, car le mélange est intime, et les schistes noirs alternent avec les schistes gris (voir Pl. IX, fig. 2).

Elles le doivent à une longue élaboration au pied des forêts marécageuses avant le dépôt.

Il est évident que les roches faisant cortège à la houille ont subi, avant le dernier transport, une préparation très longue au pied des forêts marécageuses, où le limon s'est modifié et imprégné de matières charbonneuses. A Saint-Étienne, à Brassac en particulier, les roches des systèmes charbonneux sont ténus, les grès blancs et quartzeux, le limon ayant éprouvé une décomposition si profonde, que les terrains provenant de micaschiste en sont arrivés, à Saint-Étienne, à ressembler parfois à ceux de granite. Dans les étages stériles, au contraire, le terrain, peu dénaturé, a un aspect très sauvage, principalement lorsqu'il est formé de micaschistes.

Tout indique que les roches de la houille résultent d'une décomposition beaucoup plus lente que les autres. Pendant la formation des premières, les phénomènes de transport ont dû être, en grande partie, suspendus ou très affaiblis.

Dans ces conditions, il n'y a rien d'invraisemblable à supposer que les eaux de pluie, qui étaient probablement carboniques, n'aient contribué à dissoudre, sous forme de carbonate, le fer et les autres corps réunis en si grand nombre dans les nodules, car il y a des séries grises avec rognons de carbonate multiple, sans houille.

Condition de gisement de la houille.

Dans tous les cas, on ne trouve de houille en quantité que dans les roches profondément décomposées, ayant subi le contact de la végétation et s'étant emparé de toutes sortes de détritus organiques, avant leur dépôt, ce qui n'aurait pas lieu si le charbon s'était formé sur place comme la tourbe. Partout, les schistes noirs accompagnent la houille, et même le lignite, et lui servent souvent de lit, tandis que la tourbe, qui repose sur un fond blanc, n'est suivie d'aucun dépôt noir. Seule, la boue d'étang donne une image très affaiblie de la formation actuelle des schistes noirs et charbonneux, si communs et si répandus dans le terrain houiller productif que, souvent, la houille n'en paraît qu'une annexe.

Elle est solidaire des roches encaissantes.

La houille, en quelque sorte solidaire de l'état de décomposition et de transformation des roches, n'est même pas indépendante de leur nature et des fossiles contenus. C'est ainsi qu'à Saint-Étienne, du moins, il n'y a beaucoup de charbon que dans les roches quartzo-feldspathiques ; les roches micacées, même celles élaborées comme il est dit ci-dessus, renferment peu de houille, et cette houille est formée de Cordaïtes, ou feuilles qui abondent précisément plus dans les roches micacées que dans les autres.

V.

Caractères lithologiques des dépôts houillers. — Cimentation, tassement des roches. — Métamorphisme.

Les séries carbonifères productives sont ordinairement composées de sédiments détritiques fins et grossiers, alternant en lits nombreux rarement cimentés par des dépôts chimiques.

Nature du limon houiller.

Nous les avons analysés et nous avons cru reconnaître qu'ils renferment, en général, les produits alcalins et siliciques de décomposition des roches préexistantes. Et nous avons lieu de penser que le limon portait en lui-même son ciment, le liant qui lui a fait prendre corps comme à une espèce de mortier.

Il y a, en effet, peu d'argile dans le terrain houiller, contrairement aux séries de lignites, où cette roche plastiquedo mine avec les sables souvent à peine agglutinés ; je ne connais, à part les grès quartzeux et délavés de l'Oural, qu'un cas, en Haute-Silésie, sur la frontière polonaise, où du grès houiller soit resté à l'état de sable

presque meuble. C'est là une différence considérable qui, étant générale, peut être due à un mode particulier de décomposition des roches préexistantes à l'époque houillère par rapport à l'époque tertiaire, grâce, sans doute, à la forte humidité du climat des périodes anciennes, qui facilitait la décomposition du feldspath en kaolin.

Il est vrai que certains dépôts du terrain houiller ont été cimentés par le carbonate de fer, le gore blanc et la silice hydratée, comme le vrai mannifer, le grès à pâte blanche de la couche des Granges, au Cros, les grès-grauwackes du sommet du Jardin des Plantes. Dans ces divers cas, les substances pétrifiantes se sont précipitées avec le limon dans les mêmes eaux; il n'y a aucune trace d'intrusion postérieure, les grès, étant poreux, s'y seraient d'ailleurs seuls prêtés.

Liant des roches.

Mais la plupart des roches dures n'ont pas reçu de ciment étranger au limon originaire, et il y a lieu d'admettre qu'avec les sables ayant résisté à la décomposition, ont été entraînés et déposés, tout ensemble, l'argile, le kaolin et les composés chimiques provenant de cette décomposition, savoir : de la silice hydratée et des silicates ou carbonates alcalins et terreux plus ou moins solubles. Le fait est que les roches de provenance micaschisteuse sont plus argileuses et plus tendres que les autres, la décomposition de cette roche ayant fourni moins de liant que celle du granite.

Le limon du terrain houiller n'a pas été délavé comme celui porté actuellement à l'embouchure des fleuves.

Sous ce rapport, il y a, cependant, des différences entre les bassins houillers sans que, toutefois, dans aucun cas, la décomposition ait été poussée généralement jusqu'à l'argile ; la pâte du schiste est presque toujours restée un peu feldspathique et contient de la silice libre et des silicates alcalins ; le ciment des grès est souvent du kaolin.

Sur le Plateau central français, les roches sont généralement plus cimentées que dans les bassins dits marins. Toutefois, à Brassac et dans l'Aveyron, les grès et les schistes sont tendres et très argileux.

Mais si, dans le Nord de la France, en Westphalie, en Haute-Silésie, les schistes tombent facilement en boue, cela n'empêche pas les cuérelles d'être très dures, ce qu'il faut attribuer à un élément soudant, qui était primitivement contenu ou s'est développé dans les sables fins déposés.

Les roches dures se sont consolidées d'elles-mêmes.

A Saint-Étienne, les grès gisant au milieu des schistes tendres se sont aussi évidemment solidifiés d'eux-mêmes ; étant perméables, il y a circulé des sucs minéraux contenus qui, à Saint-Étienne, ont ordinairement hornsteinifié le bois ; la silice dissoute, attirée par des affinités capillaires, s'est fixée aux acides ligneux de la décomposition humide. A la Grand'Combe, où les grès sont plus délavés, le bois a échappé à la pétrification et s'est converti en houille.

Si les grès se sont solidifiés par le liant que les sables contenaient en eux-mêmes, à plus forte raison, en a-t-il été ainsi du gore, formé d'un limon beaucoup moins perméable et moins accessible à des influences extérieures.

De ce que le limon portait son ciment, il a dû faire plus ou moins rapidement prise, et les roches ont acquis de la consistance pendant le dépôt.

Preuve tirée des brèches de gore.

Elles se sont, en effet, consolidées dans un court laps de temps, comme en témoignent les brèches de gore, formées de fragments irréguliers de schiste réunis par des grès; or, les fragments de schiste remaniés sont très communs dans la Loire, principalement à Avaize, au Soleil dans les couches supérieures, à Montieux, dans les couches moyennes, à la Roare au-dessus de la 8e (voir fig. 23, p. 96), etc.. On les a signalés en Bohême, sous le nom de *Lettenpützen*.

Tassement des roches.

On évalue indistinctement la réduction des bancs de schiste à la moitié de leur épaisseur primitive, et on admet que les roches arénacées ont éprouvé une condensation d'autant plus faible qu'elles se rapprochent du sable.

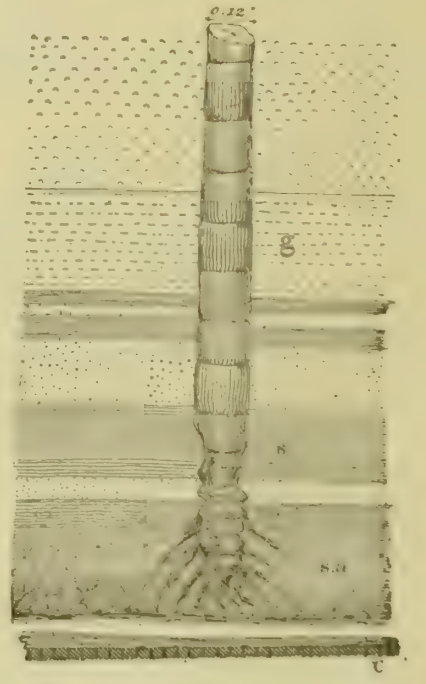
Si nos précédentes observations sont exactes, les dépôts houillers n'ont pas subi un tassement notable.

Et, en effet, si nous laissons de côté les argiles qui se tassent peut-être encore et les roches qui, s'étant accumulées très lentement, comme la houille, se sont, en quelque façon, tassées pendant leur dépôt, je ne vois, pour ainsi dire, aucune roche qui se soit réduite de moitié.

Nous avons un moyen scientifique d'évaluer, suivant les cas, le tassement des couches du terrain houiller; ce sont les arbres debout qui présentent, comme l'indique la fig. 24, des plissements en zigzag, en proportion de la réduction en hauteur de la roche environnante.

Figure 24.

Mesure du tassement.



g grès. | *sa* schiste argileux.
s schiste. | C 2e couche.

Il a été faible et ne dépasse pas au total 1/10.

Les arbres debout démontrent à l'évidence, que les schistes argileux seuls se sont réduits de moitié; le gros gore, on le comprend, a diminué à peine d'épaisseur. Dans les grès, les Calamites n'ont éprouvé aucun plissement transversal qui accuse un tassement sensible.

Dans les systèmes de grès, de schiste gréseux et de gore du Treuil, les *Arthropitus* et *Calamodendrons*, figurés Pl. X, ont leurs jointures à peine rendues noueuses par un tassement qui ne me paraît pas avoir dépassé 1/10.

Métamorphisme.

Plus on cherche à se rendre compte de la consolidation des roches, plus on rétrograde à l'endroit de la théorie qui l'a rapportée exclusivement au rayonnement de la chaleur centrale. Et d'abord, même envisagé ainsi, on ne peut pas dire, d'une manière générale, que le méta-

morphisme est d'autant plus prononcé que les roches sont de formation plus ancienne; c'est vrai dans un point donné, mais non d'un point à un autre; car, en Russie, les roches paléozoïques, résultant sans doute d'une décomposition très complète de roches mères, sont restées aussi molles que le terrain tertiaire en France.

Il s'est produit par voie hydrochimique.

J'ai lieu de croire que le métamorphisme houiller s'est produit par voie hydrochimique et non plutonique, c'est-à-dire que le durcissement excessif de certaines roches, où le bois est pétrifié à fond, est le résultat de l'intervention, pendant les dépôts, d'eaux minérales à faible température. Aussi trouve-t-on, entre les roches les plus dures, des roches molles; dans l'Oural, à Pachia, par exemple (voir fig. 6, Pl. III), alternent, avec des argiles grasses, des grès si fortement silicifiés, qu'ils ressemblent au quartzite des Alpes. Même à Thann, dans les Vosges, il y a des bancs non métamorphisés, entre d'autres qui le sont énergiquement. J'ai lieu de croire que, dans le Roannais, les roches ont été métamorphisées par de fortes sources siliceuses pendant les dépôts et non après et le charbon de Bully a acquis son état d'anthracite pendant la formation dans le milieu tiède où se déposaient les tufs porphyriques.

Alors, on doit se demander si la consolidation des roches est due, pour la plus infime partie, au rayonnement de la chaleur centrale.

La chaleur souterraine, non plus que le poids des terrains, n'a contribué sensiblement à la consolidation des roches.

Cela ne peut faire de doute pour les dépôts profonds, et la houille formée de matières très impressionnables est là pour nous le démontrer. Il n'y a évidemment que la chaleur souterraine qui puisse rendre compte de la loi de dégradation bitumineuse des combustibles avec la profondeur sur la même verticale; et cela est si vrai que, dans le Gard, les parties de couches relevées peu après la formation sont grasses vis-à-vis des parties des mêmes couches restées enfouies, qui sont anthraciteuses. Dans certains cas, la chaleur centrale s'est combinée avec celle dégagée par le frottement des roches, comme au Creusot, où l'on a exploité, près du jour, des charbons presque aussi anthraciteux qu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur.

Mais, pour avoir eu une action si importante sur les matières organiques de la houille, cela ne prouve pas que la chaleur souterraine ait été très élevée (1).

Elle ne paraît pas, en tout cas, avoir contribué au durcissement des roches, non plus que le poids des terrains supérieurs; elle leur a imprimé seulement plus de tenacité.

Seules, les roches éruptives, à la traversée des dépôts, les ont métamorphisés dans le sens du mot, au voisinage immédiat, par imprégnation.

(1) Grand'Eury, *Formation de la houille, Annales des Mines,* 8e série, t. I, p. 274.

VI.

Roches organiques.

La roche organique par excellence est la houille dont nous avons recherché l'origine dans un Mémoire spécial, et décrit les circonstances des gisements en tête du présent ouvrage.

Grès de *Bacillarites*, Stur.

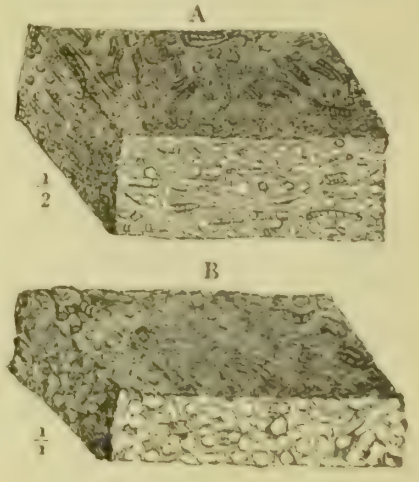
Il existe, dans le bassin de la Loire, une autre roche d'origine organique que tout le monde a confondue avec un grès vulgaire. Moi-même, je l'ai prise pour un grès cristallin, jusqu'à la découverte d'échantillons qui nous ont permis, à M. Favarcq et à moi, d'y reconnaître des formes organiques.

Avec une texture grenue, cette roche forme des nerfs dans la houille, notamment le *gore des veines* de la 3e couche de Saint-Étienne (*ante* p. 30 et figure 10) et le *nerf blanc* qui divise en deux la grande couche de Rive-de-Gier, sur toute son étendue (p. 27 et Pl. V, fig. 8); ce dernier a une épaisseur presque constante que n'ont pas les lits de sédiments arénacés.

Les éléments de ces nerfs gris foncé sont des tronçons de prismes pseudo-hexagonaux ou de cylindres plus ou moins déprimés, de 2 à 1mm de diamètre. Ces débris offrent des stries et des sillons longitudinaux. Les parties pseudo-cylindriques se montrent distinctement articulées, c'est-à-dire divisibles en bourrelets séparés par des disques transversaux de moindre diamètre. Les fragments de 5 à 15mm de longueur, sont recourbés et atténués comme des cornes, ou tordus et repliés de différentes manières; les plus grêles, de 1/2mm d'épaisseur, affectent souvent la forme vermiculaire; les extrémités filiformes se terminent subitement en pointe obtuse. Des cylindres accolés se séparent, simulant des bifurcations, et paraissent rayonner, en s'amincissant, sans symétrie, d'un corps central. Les débris, parfois recouverts comme d'un enduit noirâtre, ont dû flotter; car, bien que fort tendres, leurs cassures ne sont aucunement émoussées. Ils sont entremêlés pêle-mêle comme les articles brachiaux du calcaire à Entroques. La figure 24 *bis* est destinée à montrer le faciès de la roche.

Figure 24 *bis*.

Roche gréseuse d'origine organique.



La matière est homogène comme celle des coraux; sa cassure est grasse et cireuse. Elle résiste au feu et aux acides, comme les hydrosilicates d'alumine cristallins, tels que la pholérite, la pyrophyllite, dont la roche partage à

peu près la composition chimique (1), mais non les propriétés physiques. Je ne connais la pholérite, dans le terrain houiller, que sous forme de secrétions blanchâtres entre les feuillets de schiste argileux, laminés près des accidents.

Nous avons, à n'en pas douter, affaire à un minéral pseudomorphique à deux optiques. La section hexagonale des gros fragments est due à la gêne dans le développement des organismes dont ils formaient les axes pierreux. Un seul clivage rudimentaire donne quelquefois à la cassure la fausse apparence de mica. A l'air, la substance blanchit comme toutes celles qui renferment des matières organiques.

Tout, dans la forme, dénote des débris de Zoophytes d'eau douce, quelqu'extraordinaire que cela puisse paraître, surtout devant la composition chimique de la partie fossile. Mais l'alumine abonde aussi dans la charpente des Gorgones.

M. Stur m'avait signalé, par un dessin, sous le nom de *Bacillarites problematicus*, des restes fossiles semblables, quoique beaucoup plus minces, et m'a adressé, de la grande couche de six toises, de Radnitz (Bohême), une argile blanche en roche, formée en grande partie de formes analogues.

A Saint-Étienne, notre grès organique est à grains beaucoup plus gros. Il ne se trouve que dans la houille qui l'a préservé, comme entre deux matelas, de la compression qui, sans cela, en aurait certainement rendu la structure indiscernable ; car, sous la pression de l'ongle, la matière se réduit en farine. La charge du terrain y a cependant déterminé de nombreuses surfaces de glissement marquées par des plaques striées, formées de la substance même de la roche qui a dû être très molle. En tombant au fond de l'eau, en effet, les débris organiques, dont il s'agit, se sont affaissés et repliés les uns entre ou autour des autres, mais sans se déprimer, ce qui indique une matière très flexible dans le sens de la longueur et néanmoins élastique dans le sens transversal. On constate facilement que la moindre agitation des eaux les réduisait en poudre. Ils forment, à eux seuls, ou mélangés du schiste à pâte fine, des nerfs dans la houille ; on les trouve isolés dans cette dernière. Il n'y a pas de doute que ce ne soit des détritus organiques sédimentés, ayant pris à la longue une certaine consistance par voie métamorphique.

Le grès organique abonde par place et, en prêtant attention, on en découvre dans beaucoup de débris de triage de la houille. Il est à remarquer qu'il ne s'en trouve

(1) Une analyse de la roche, faite à l'École des Mines, a donné :

Perte de poids par calcination en vase clos	11,50 p. %
Perte de poids du résidu de l'opération précédente, par incinération au moufle.	0,60
Silice	52,54
Alumine	31,34
Chaux	4,13
Magnésie	Néant.

La Silice pesée comprend des poussières palpables qu'il aurait fallu déduire pour avoir la silice combinée. Dans une préparation microscopique, on aperçoit un grain de quartz isolé.

qu'au milieu du charbon pur. La 8e couche, qui est presque partout un peu schisteuse, n'en contient point. Ils ne sont nulle part mieux conservés que dans l'amas de la 3e, à la Garenne et à Chevassieux (*ante*, p. 31).

Leur gisement spécial et les exigences physiologiques des Zoophytes, en général, révèlent dans tous les cas : 1° une eau limpide à certains moments de la formation des couches de houille ; 2° probablement une eau profonde.

Psammites de *Vermis transitus*. Gr.

J'ai signalé et décrit, ailleurs (1), d'innombrables traces d'Annélides, indiquées par les méandres cylindroïdes de leurs excréments illimités en longueur et d'un diamètre de 5 à 12mm. Dans les boues forcément pourvues d'Infusoires ou de microphytes dont ils se nourrissaient, d'énormes Vers ont passé et repassé, un si grand nombre de fois, que la roche en a contracté une apparence organique. Constamment cette roche est de nature micacée. Jamais, je n'ai aperçu de pistes d'Annélides dans les roches quartzo-feldspathiques qui ont dû être amenées par un autre cours d'eau. Les psammites de *Vermis transitus* abondent dans le Sud du bassin de la Loire, où domine l'élément micacé, de Givors à Firminy, à tous les niveaux de la formation ; ces schistes micacés sont absolument stériles, on n'y trouve aucun vestige de plantes. L'endroit où on les voit le mieux est au col de Terrenoire.

J'ai observé les mêmes traces organiques dans des roches fines et tendres, également micacées, à la Côte-Rouge du bassin de Brassac et, dans le Gard, du côté de Portes.

STRATIGRAPHIE.

VII.

Structure, formes et arrangements des dépôts houillers

Proportion du schiste et du grès.

Les schistes et grès, composant le terrain houiller, sont en proportions très variables d'un bassin à un autre.

Dans quelques séries anglaises, le terrain est formé en majeure partie de schiste ; dans le Nord de la France, de 60 p. °/₀ de roc, 30 p. °/₀ de cuérelles et le reste en fausses terres et houille. En Haute-Silésie, au contraire, le grès domine, de même à Saint-Étienne, surtout à Brassac, et en général dans tout le Centre de la France comme en Bohême, partout, ce semble, où les roches de sédiments sont généralement à gros grains.

Structure interne et forme des dépôts.

Les schistes rubannés et fissiles ont la structure d'une roche dont le dépôt a sans cesse été réitéré, comme celui de la houille ; le gore a été déposé d'une manière plus continue ou en plus grande quantité à la fois.

Les matières, apportées en suspension dans l'eau, ont formé des couches étendues

(1) *Flore carbonifère*, p. 346.

qui ne changent que graduellement. Il n'y a pas de raison pour que, dans les conditions ordinaires, elles ne forment pas, dans l'ensemble, des couches horizontales.

Les roches arénacées, autres que les grès fins, qui sont formées de matériaux ayant aussi flotté, ou s'étant laissé entraîner en suspension dans l'eau, se sont visiblement déposées d'une toute autre façon : les sables grossiers, qui ont tenu le fond de l'eau, poussés constamment en avant, se sont accumulés en pente, à défaut d'un transport violent.

A l'occasion du moindre ralentissement de vitesse, la gratte passe au grès en diminuant d'épaisseur, les grès fins au gore, et les grès ordinaires se terminent en bancs cunéiformes ou par des pointes de grès schisteux, confinant au schiste gréseux, rempli de parcelles végétales.

Alternance et enchevêtrement.

Comme tous les dépôts formés de deux sortes de roches, les schistes et les grès et leurs variétés, y compris les poudingues, alternent plus ou moins régulièrement un grand nombre de fois. Il en résulte un arrangement de dépôts d'autant plus complexe que les roches passent souvent les unes aux autres en changeant d'épaisseur, et alternent sans délit, comme les cuérelles, ce qui indique des variations fréquentes de vitesse et de direction des eaux courantes, parfois aussi brusques dans le temps que dans l'espace.

Tandis qu'en Haute-Silésie les grès à grain très uniforme sont presque toujours séparés des schistes, par suite d'un triage opéré par les eaux à l'amont des bassins géogéniques, chez nous, à Saint-Étienne, les grès se transforment fréquemment en schistes gréseux; il en résulte un enchevêtrement de couches trop connu pour que je croie utile d'en reproduire un exemple; les grès sont enclavés dans les schistes qui se substituent à eux lentement ou par coins alternants, présentant avec les schistes à peu près les mêmes rapports qu'avec la houille, ce qui est à remarquer.

Distribution inégale des grès.

Les dépôts de grès sont discontinus et très variables. Ils présentent très fréquemment une disposition oblique, que nous décrivons ci-dessous, dans une annexe. Lorsqu'ils sont compacts, ayant été apportés par grandes quantités à la fois, les plus gros grains sont en bas (ce que les mineurs traduisent en disant que le rocher va changer, lorsque le grès devient un peu caillouteux) ; à Rive-de-Gier, en particulier, immédiatement au-dessus de chaque couche de schiste ou de houille, le grès est à gros grains ; de même, à Roche-la-Molière, où cette roche forme des couches très persistantes.

C'est principalement par les dépôts de grès que varie la composition du terrain, comme on peut en juger sur les coupes des puits Châtelus et de la Culatte représentées Pl. I, fig. 3.

Le grès se présente quelquefois en grandes masses, comme isolées dans des schistes plus ou moins gréseux, auxquels il se relie stratigraphiquement, tout au moins d'un côté (Pl. IX, fig. 6). On a constaté, au mur de la 8e, une masse de grès, de 25 mètres d'épaisseur, qui disparaît entre le puits du Treuil et le puits

de la Pompe. A la Chazotte, au-dessus de la Vaure, s'étend, dans le sens N. S., une lentille de grès de 30 mètres d'épaisseur et de 50 mètres de largeur seulement ; et, cependant, la distance entre la 14e et la 15e reste la même que partout ailleurs.

Balance des épaisseurs par les schistes.

Cela vient de ce que les schistes ont réparé les inégalités de dépôt du grès, comme la houille celles du schiste, en s'accumulant horizontalement en plus grande quantité là où, le grès faisant plus ou moins défaut, le sol offrait une dépression, si bien que, en dépit de la répartition très variable des roches arénacées, les couches de houille conservent à peu près leur distance (*stampe*), lorsque, toutefois, elles ne sont pas séparées par un massif unique de grès (voir la fig. 2). C'est visiblement par ce moyen qu'à Montrambert (voir Pl. II, fig. 1), elles se maintiennent autant que possible parallèles.

Régularité comparative des couches de houille.

Les couches de houille sont encore plus régulières que les schistes, comme on peut le voir sur toutes les coupes de terrain, ce que nous avons attribué précédemment à cela que, étant formées de détritus végétaux, de feuilles et d'écorces, la légèreté spécifique de ceux-ci et la forme plate qu'ils avaient, étaient éminemment favorables à leur répartition régulière sur de vastes surfaces. C'est pourquoi les plus minces lits de houille sont souvent plus étendus que l'argile même. Et, lorsque le terrain est bien stratifié et les roches ténues, comme à Molières (Gard), les couches de houille ont une constance que l'on a cru ne pouvoir attendre que d'un mode de formation du charbon sur place comme la tourbe.

Joints de stratification (dessolardes).

Les bancs de même roche, ou de roches différentes, sont souvent séparés par des joints de stratification (délits, dessolardes), qui sont les véritables divisions naturelles des dépôts.

Elles sont plus ou moins argileuses et marquent chacune un temps de repos qui a pu être fort long, car on leur voit souvent correspondre, comme nous l'avons déjà dit au sujet des couches de houille, des dépôts plus ou moins puissants. La véritable dessolarde est lisse, souvent comme un miroir, et la lèvre inférieure de la séparation est plus dure que la supérieure.

Remaniements et érosions.

Les sables grossiers, poussés constamment en avant par les eaux, ont rongé plus ou moins les dépôts sous-jacents, et, lorsqu'ils ont été entraînés violemment, les ont érodés, surtout si c'étaient des schistes (voir *Formation of rocks in South Wales*, fig. p. 160). Toutefois, en dépôts réguliers, les érosions sont rares et peu importantes, sauf (voir Pl. II, fig. 5) au bord relevé des bassins géogéniques.

Il est vrai qu'il y a beaucoup de vestiges de remaniement sous forme de fragments de schiste, mais tout indique qu'ils ont été enlevés à des dépôts, qui se sont rapidement solidifiés en perdant leur eau de carrière, en dehors de l'eau, sur les bords exondés du bassin, et par suite exposés aux dégradations.

Ce n'est pas qu'il ne se soit produit de forts courants d'eau, mais soit qu'ils n'entraînassent pas de graviers, soit que les dépôts sur lesquels ils glissaient eussent

acquis de la consistance, ces derniers ne se sont généralement pas laissé entamer dans l'intérieur des bassins.

C'est seulement sur les schistes en voie de formation et sur la houille que les courants de sables ont exercé une action érosive.

En tout cas, les sables des grès ont été beaucoup moins déplacés que les sables d'alluvions, remaniés à chaque crue, le long des cours d'eau.

Le sol de dépôt n'a pour ainsi dire pas émergé.

Grâce à l'affaissement graduel du sol de dépôt, il n'y a presque pas de trace de sol émergé, contrairement à ce qui aurait lieu, si la houille s'était formée comme la tourbe superficielle. C'est à peine si quelques lits de schiste paraissent avoir subi le contact de l'atmosphère, et je n'ai aperçu qu'une fois, à la Butte d'Avaize, dans du gore, des gerçures de dessèchement remplies du sable des grès supérieurs.

Cependant, conclure de là que le sol de dépôt n'a pas émergé ne serait pas rationnel. L'abondance des tiges enracinées dans le terrain houiller ne permet guère de douter que le fait ne se soit produit, au moins momentanément, aux basses eaux ; des causes fortuites ont, de plus, bien pu soulever le sol à quelques endroits.

Empreintes de pluie authentiques.

Dans tous les cas, je n'ai remarqué qu'une fois, au puits Ferrouillat, sur du gore blanc, des marques indubitables de gouttes de pluie, plus authentiques que tout ce qu'on a vu et décrit jusqu'à présent sous ce rapport ; elles ressemblent tout à fait à celles de la baie de Fundy, figurées par M. Dawson à la page 27 de son *Acadian Geology*.

ANNEXES.

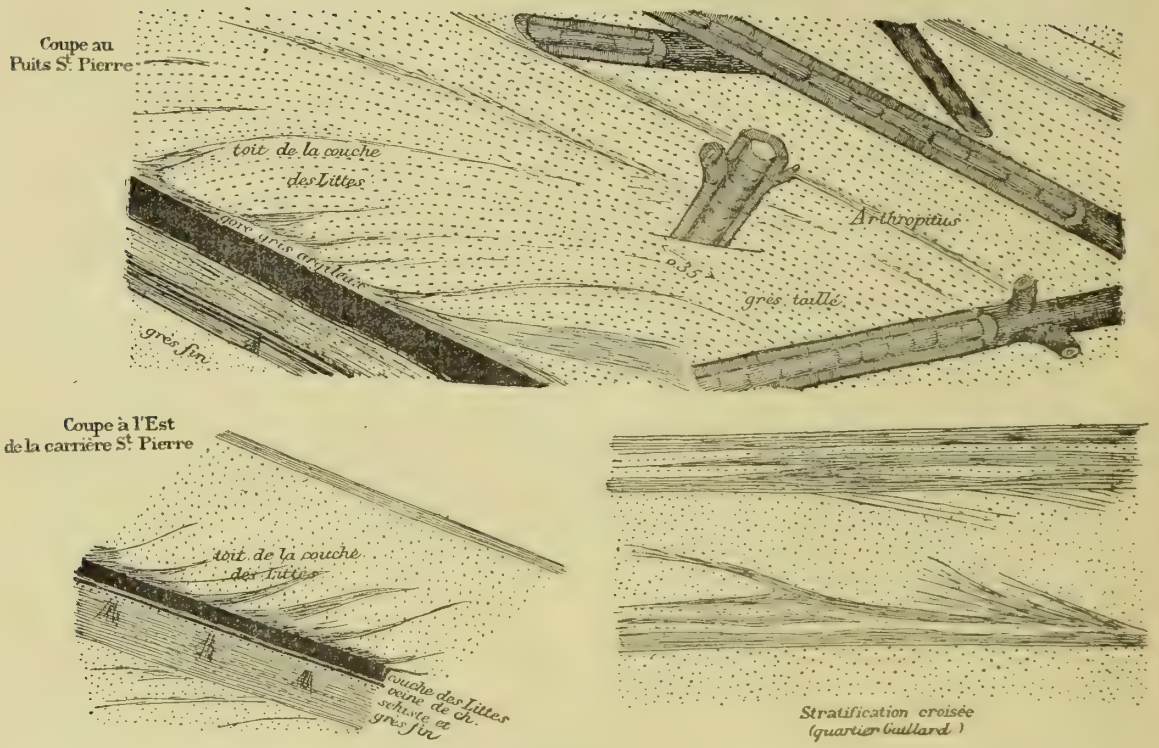
Stratification oblique ou croisée (False bedding). Pieds droits.

Les grès, tout en formant des assises régulières, présentent, principalement à leur partie inférieure, quelquefois une structure oblique, due à ce que le sable poussé au fond s'est déposé en pente, couche après couche, dans le sens du courant. Comme le montre la figure 25 suivante, les parties séparées à la base s'y terminent en pointe ; on voit un cas où la stratification oblique est dirigée dans deux sens opposés, au mur et au toit de la couche des Littes, comme à la partie supérieure et à la partie inférieure d'une couche de grès du Quartier Gaillard (même figure). Les joints et coins de schiste séparatifs des bancs obliques s'amincissent et s'infléchissent en s'élevant, si bien que les massifs de grès conservent leur épaisseur. La figure 11 (page 46) offre un exemple de stratification oblique, dirigée O. E., très accentuée au toit de la 5e couche, au Treuil. A Montrambert, elle se présente au toit de la couche des Trois-Gores (Pl. IX, fig. 7), comme au toit de la couche des Littes, avec les pointes de base tournées constamment vers le Sud et schistifiées, de manière à ne pouvoir douter que le limon ne soit venu du Nord, en droite ligne. Les grès sont tout en coins au toit de la 3e Malafolie et de la 3e Latour.

La stratification croisée est des plus communes ; tous les géologues l'ont observée. Elle se présente au-dessus des bancs de schiste (Pl. VII, fig. 18), comme au toit

Figure 25.

Stratification oblique.



des couches de houille. Elle est représentée par plusieurs combinaisons sur la fig. 25 ; elle forme parfois un angle si ouvert avec le plan des couches, que les parties côte à côte du grès, simulant les torons d'un câble, portent le nom de *pieds-droits* (Pl. III, fig. 2').

Il pouvait être intéressant de déterminer l'allure de la stratification croisée, au moins dans l'étude d'un district ; c'est ce que j'ai fait, il y a plus de vingt ans, à Roche-la-Molière (voir Pl. VI, C, C', C'', C'''). Là, sur la partie de la couche du Sagnat que j'ai observée, le grès forme de grands bancs parallèles, sauf à un endroit, près de la faille du Midi, où il présente une fausse stratification, plongeant en sens contraire de la couche et dirigée à 45° sur sa direction. Et, tandis qu'au Nord du puits Dolomieu le grès, recouvrant la Grille, est stratifié conformément à cette couche, près de la faille du Buisson (C''), il se termine formant des pointes vers le Nord, alors qu'au même niveau, et au Sud de cette faille, le grès du toit de la couche du Péron se termine, à la base, par des coins inclinant en sens inverse. En somme, il y a 20 ans, cette forme de dépôt ne se voyait guère qu'au Sud des exploitations où les eaux courantes devaient être ralenties pendant la formation.

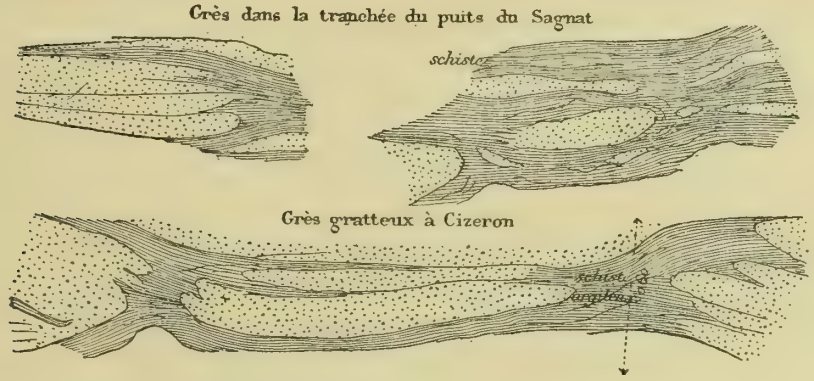
Nous verrons plus loin le sens et l'importance qu'il faut attacher à ce fait, moins général qu'on est tenté de l'admettre *à priori*, lorsqu'on suppose que les dépôts se sont effectués dans un bassin d'eau tranquille ou lagune morte.

Dépôts irréguliers.

Nos dépôts houillers offrent, à certains endroits et suivant certaines lignes, des irrégularités qui défient toute description et que je n'ai pas vues, au même degré, dans les autres formations géologiques.

A Saint-Étienne, on rencontre, même au milieu des dépôts réguliers, des grès aux formes lenticulaires, arrondies, dont les lobes ou pointes pénètrent dans les schistes qui, de leur côté, envoient des branches dans l'intérieur de la roche arénacée, comme le montre la figure 26.

Figure 26.

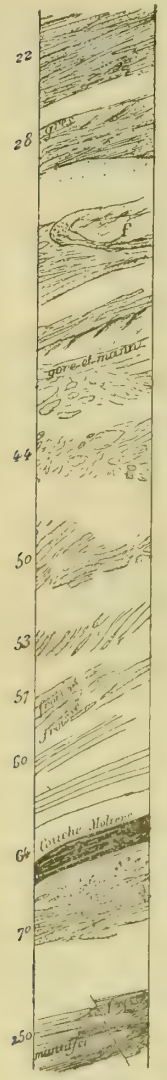


Mais ce qui a lieu d'étonner et ce qui ne se conçoit que comme s'étant formé dans des eaux contrariées par un contre-courant, ce sont les dépôts irréguliers, tels que ceux représentés dans la figure 27, qui existent, à Montsalson, à la Barge, au puits Baude, sur une grande épaisseur.

En attendant que nous ayons l'occasion de les interpréter, je crois instructif de détailler ci-dessous la légende de la coupe de cette figure 27.

A 22 mètres, alternance de schistes et de grès en bancs un peu ondulés, variables en épaisseur, avec des passages du grès au schiste grossier; des lits convergent et des bancs de grès diminuent à l'amont; le terrain est généralement schisteux à l'Ouest et arénacé à l'Est. — Au-dessous, bancs de grès irréguliers, finissant arrondis ou passant en s'effilant au schiste, séparés et découpés par du schiste argileux gris. — A 28 mètres, trois bancs de grès reposant sur un grès compact, dont deux, divisés en pieds droits par du schiste, comprennent un banc ininterrompu. — A quelque distance au-dessous, masse de grès divisée par des veines de mannifer très obliques et de grandes écorces *f* de Cordaïtes; cette masse, arrondie à l'aval pendage, y est suivie de boules et traînées de grès dans un schiste argileux ; immédiatement au-dessous, petits bancs de grès s'amincissant à l'amont; le grès domine au Sud; la coupe varie du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest, de manière qu'aucun banc ne traverse le puits. — Plus bas, grès divisé obliquement à la partie supérieure par des coins de man-

Figure 27. *Coupe du puits Baude.*



nifer s'évanouissant en descendant entre les pointes de grès; au-dessus, roches en boules, sauf à l'Ouest; au-dessous, dépôts des plus irréguliers, surtout dans le milieu du puits, où il y a des pendages renversés, à l'Est, avec boules de grès dans du froissé, et, à l'Ouest, tendant à se régulariser. — A 44 mètres, boules de toutes dimensions et traînées de grès dans du gore et de l'argile, avec plongée très forte à l'aval, trace de tourbillon; le grès présente des divisions schisteuses; à l'Ouest, dépôts toujours plus réguliers. — A 50 mètres, bancs de grès, très inclinés à l'aval, finissant en pointes à l'amont, au milieu d'un schiste froissé qui isole, à la suite, des boules et bancs de grès discontinus; au milieu du puits, dépôts confus; au Sud-Ouest, alternance de bancs de grès, de mannifer et de gore. — A 53 mètres, d'un côté du puits, bancs, noyaux et veines de grès dans du gore froissé, et de l'autre, bancs de gore et de mannifer avec quelques filets de grès fins sans suite. — A 57 mètres, combinaison nouvelle de gore argileux et de mannifer, avec boules et lentilles de grès dans un dépôt d'amont, différent du dépôt d'aval. — A 60 mètres, bancs de gore et mannifer séparés par du schiste argilo-écailleux, avec filets de grès et veines de houille crue. — A 64 mètres, couche Molière de $1^{m}60$ d'épaisseur, reposant sur un gore argileux froissé, au-dessous duquel viennent des lentilles de grès isolées dans la même roche, et, plus bas, des bancs inégaux et variables de grès. La coupe continue avec des alternatives de dépôts plus ou moins réguliers. — A 150 mètres, bancs de mannifer brusquement arrondis contre du gore argileux qui renferme quelques boules de la même roche.

On remarquera, dans cette coupe que j'ai pris la peine de relever avec soin, que la fausse stratification du grès incline toujours du même côté, et que le rocher est plus régulier à la paroi Ouest, où il est schisteux, qu'à la paroi Est, où il est arénacé, et à l'amont qu'à l'aval du puits, dans le rond duquel il lui arrive souvent de changer plusieurs fois. Comme à l'Ouest du puits, le terrain est généralement schisteux, et à l'Est, gréseux, il semblerait que ce puits ait été foncé tout juste à la jonction de deux dépôts synchroniques différents.

J'ajouterai que, quand le grès est en bancs réguliers, ceux-ci sont séparés par du gore et du mannifer, et il y a même des filets de houille, tandis que, lorsqu'il est en lentilles, celles-ci, découpées par des veines schisteuses, sont séparées par du schiste argileux froissé et n'admettent, en fait de charbon, que quelques fortes écorces de Cordaïtes. J'ajouterai encore que le grès offre des passages fréquents au mannifer et même au gore, mais non au schiste froissé, par suite, sans doute, de quelque incompatibilité de dépôt.

VIII.

Parallélisme, convergence, discordance de stratification. — Formation par un ou plusieurs cours d'eau.

Parallélisme des couches.

On se représente le terrain houiller comme composé de couches sensiblement

parallèles. Cela est vrai pour les schistes qui se sont déposés horizontalement, ou à peu près, avec une épaisseur peu variable, mais cette condition ne se réalise, pour les grès alternant avec les schistes, que par compensation, au moyen de ces derniers.

Nous avons vu des couches distinctes et branches de couches se rapprocher ou s'éloigner suivant des directions qu'il serait intéressant de connaître, car elles pourraient nous fixer sur le sens des courants d'eau ; mais ces variations ne se maintiennent pas, et il résulte des déterminations de M. Gruner, confirmées par les fossiles, que, dans les 3/4 du bassin, les couches sont à des distances peu variables.

Nous avons cependant signalé, en ce qui concerne les couches de houille, des divergences qui paraissent devoir persister dans la même direction, comme attachées à un régime sédimentaire permanent.

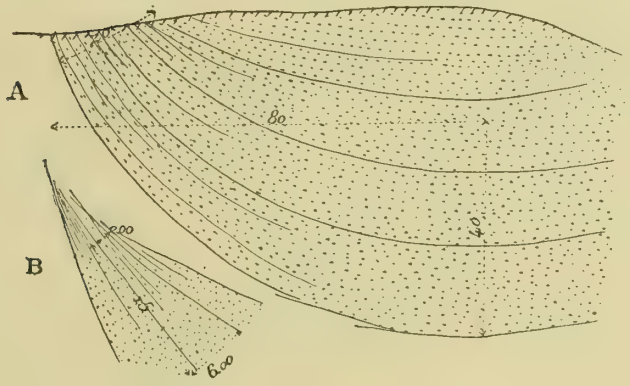
Convergence partielle. Il en est d'autres, comme celles représentées à la fig. 28, qui tiennent à des cir-

Figure 28.

Divergence de stratification.

A. *Carrière du Château.*

B. *Carrière de Pradon (Saint-Chamond).*



constances particulières; elles ne sont pas sans analogie avec ce qui se passe au bord des rivières ; les bancs de grès, en s'amincissant, subissent un commencement de schistification.

Nous verrons que les couches diminuent d'épaisseur vers le bord des bassins de dépôt, par suite de l'affaissement central des dits bassins.

Dans l'intérieur des bassins houillers, et sans rapport avec la lisière, il existe des convergences de stratification, commme celles des couches de Montrambert, qui, en diminuant progressivement de l'Est à l'Ouest, deviennent de plus en plus schisteuses et perdent 150 mètres de l'épaisseur normale comprise entre la 3^{e} Brûlante et la couche des Combes; dans ce cas, les tiges enracinées (Pl. II, fig. 1)forceut

à supposer un affaissement d'autant plus grand, pendant la formation, de la partie Est du district par rapport à la partie Ouest.

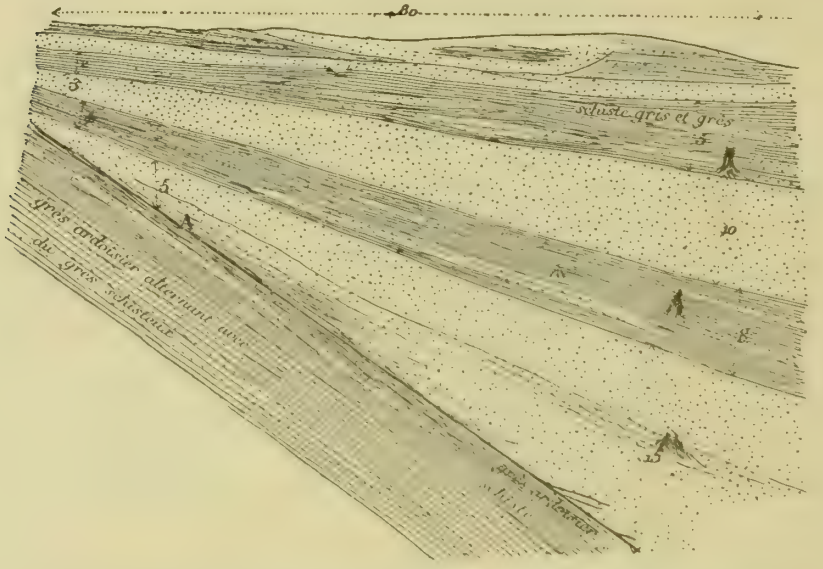
Partout, dans le Centre de la France, l'augmentation de la proportion de grès entraîne un accroissement de l'épaisseur du terrain. C'est un fait qu'a aussi remarqué M. Beete Juckes dans plusieurs districts anglais.

Discordance.

Lorsque la convergence de stratification affecte un système de dépôt, sans celui qui lui est immédiatement inférieur, il y a, tout comme à l'occasion des lacunes, un commencement de discordance, ainsi que cela se voit sur la fig. 29; une coupe horizontale, faite au même point, serait analogue à la coupe verticale figurée; le massif de grès inferieur, en s'élargissant rapidement vers le Sud, produit à lui seul un changement de direction de 30°, par rapport aux bancs de dessous ; l'augmen-

Figure 29.

Grand coin (coupe verticale).



tation des couches supérieures dans la même direction porte la déviation à 50°; à l'extrémité Nord (A) des grès, ceux-ci sont planchés, fins et schisteux; comme, dans cette coupe, il y a aussi des souches d'arbres aériens à plusieurs niveaux, il faut admettre, après la formation des bancs inférieurs, un affaissement relatif de la partie Sud par rapport à la partie Nord, pendant le dépôt des bancs supérieurs.

Les discordances, dues à un mouvement du sol, pendant la formation, ne sont pas rares ; il en a été signalé une dans le Pays de Galles, et nous en décrirons, plus loin, deux exemples remarquables.

Convergence générale des couches.

Tous les faits signalés ci-dessus n'embrassent qu'une faible étendue des bassins houillers et sont locaux ; ils ne présentent pas la disposition symétrique et progres-

sive des dépôts en pente des deltas lacustres, qui s'atténuent invariablement, tous à la fois, dans le même sens.

Ce n'est pas celle qui caractérise les dépôts lacustres.

Les convergences générales lentes et graduelles des couches de houille, qu'on a signalées, en Angleterre notamment, sont de nature à appuyer la théorie de la formation lacustre; elles s'expliquent tout simplement par la direction même du courant qui, arrivé au seuil des bassins de dépôt, abandonnait le limon le plus lourd en plus grande quantité que plus en avant. Mais nous verrons qu'au nombre des causes déterminantes, il faut, en outre, compter un affaissement, sans quoi, les roches les plus grossières et les plus épaisses présenteraient une disposition oblique par rapport aux roches fines, ce que l'on ne voit que dans les détails, mais non dans l'ensemble de la structure de nos bassins houillers, où les sables, amenés plus ou moins en suspension dans l'eau, se sont déposés à peu près horizontalement, sauf là où, prenant le fond, ils roulaient et tombaient en talus.

Parmi les convergences générales de dépôt reconnues par les géologues anglais, je citerai : 1° dans le Pays de Galles, une diminution d'épaisseur du Nord au Sud, dans la proportion de 3 à 1, très lente, comme suivant une pente de 1 à 200 ou 300; 2° dans le Staffordshire, une décroissance de 1300 à 800 pieds sur un parcours de quelques milles, et la réduction dans le rapport de 5 à 1 du Millstone-grit avec amoindrissement, diminution du grain et disparition de couches; 3° dans le Shropshire, la diminution en épaisseur et en nombre, du Nord au Sud, à la fois du Calcaire carbonifère et des Coal-measures, et même des couches de houille et des lits de minerai de fer.

Il semble que, dans ces divers cas, il y ait eu apport de limon par un seul grand cours d'eau principal, comme en Haute-Silésie, où, sur plusieurs lieues d'étendue, règne la même composition botanique de la Flore, avec la même constitution physique des roches du terrain houiller.

Il n'y a d'ailleurs rien d'absolu sous ce rapport.

A Saint-Étienne, les dépôts de nature granitique croissent aussi en épaisseur, en devenant plus grossiers, vers le Nord et le Nord-Ouest; mais, si la ténuité du limon paraît se développer vers le Sud, la puissance des dépôts n'y diminue pas partout; plusieurs cours d'eau secondaires, arrivant en sens inverse, ont apporté un contingent de détritus, qui ont tendu à maintenir le parallélisme. Mais, en cela comme en toutes choses, nos bassins houillers diffèrent les uns des autres par la disposition architecturale des dépôts de nature et de provenance différentes; étant due au concours de circonstances locales très variables, la disposition des couches ne doit pas pouvoir être enfermée dans une seule formule.

Nous allons examiner, sans parti pris de généralisation, ce qui s'est passé dans le bassin de la Loire, sous l'action de plusieurs affluents ayant contribué à sa formation.

DISPOSITIONS RELATIVES DES ROCHES DE NATURE ET DE PROVENANCES DIFFÉRENTES, DANS LE BASSIN DE LA LOIRE.

Des affluents secondaires ont apporté des éléments disparates dans la constitution du terrain houiller.

Il s'agit, bien entendu, de roches qui n'ont pas été amenées mélangées par les mêmes cours d'eau.

Il y en a de deux sortes bien différentes, de quartzo-feldspathiques et de micacées; les premières, régnant exclusivement au centre, au Nord et à l'Ouest, proviennent des granites du Forez; les autres, très abondantes au Sud et dominant à Saint-Jean-Bonnefonds et à Saint-Chamond, des micaschistes du Pilat; les premières, bien roulées et classées, ont une composition beaucoup moins simple que les secondes très grossières, résultant de la dégradation des micaschistes et gneiss qui entourent le bassin.

Les roches de nature différente alternent en coins.

Ces roches, de nature si différente, ayant afflué en même temps dans le bassin géogénique, ne se transforment pas latéralement, comme le dit M. Gruner : les roches micacées s'intercalent sans confusion dans les autres, et, partant principalement du Sud, elles s'avançent plus ou moins loin vers le Nord, pénétrant, en diminuant, entre les roches de granite. Dans le détail, les grès des deux sortes se croisent sans mélange, sont discordants et se terminent en coins, comme les sables déposés en même temps par plusieurs courants d'eau non parallèles.

Pour bien faire comprendre leur rapport de position, je ferai, pour un moment, une pétition de principe : je poserai en fait que la sédimentation était alimentée principalement par les détritus de granite d'un grand cours d'eau, et l'apport accessoire de roches micacées par des affluents débouchant directement de différents côtés dans le dit bassin géogénique.

Elles ne sont pas également riches en houille.

Cela dit, et comme l'exprime la figure 30, les roches micacées, qui dominent au Sud, s'avancent plus ou moins dans l'intérieur du bassin, principalement entre la 7e et la 8e couche; par contre, entre les grandes masses micacées, persistent, vers le Sud, la 3e et les 9e à 12e qui me paraissent avoir le plus de chance de se poursuivre de ce côté; les couches de houille atteignent le bord Sud à Montrambert, où le système moyen a son plus beau développement.

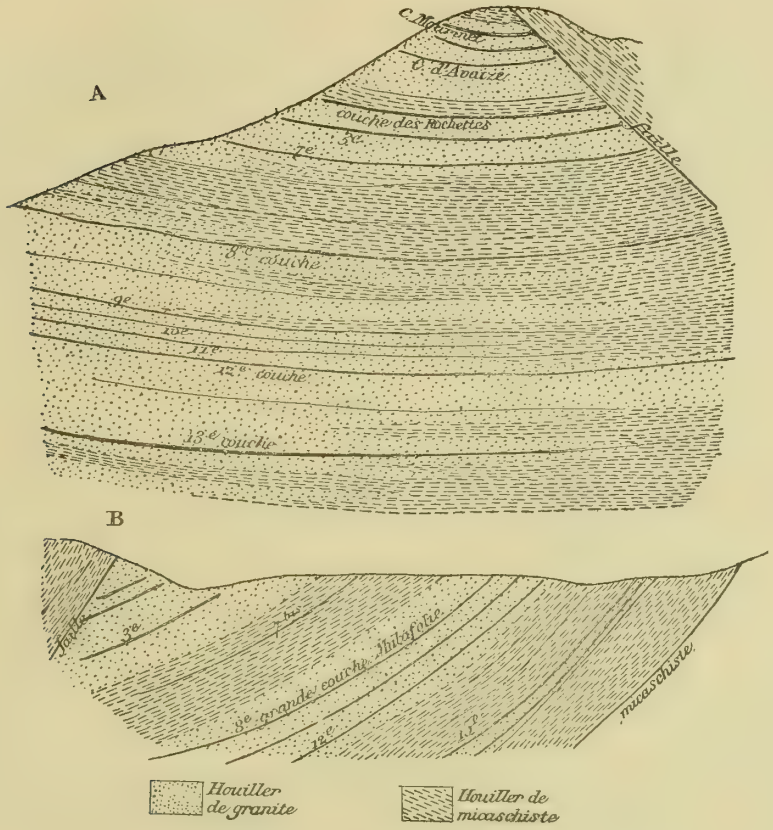
Dans les roches micacées, les couches se poursuivent également, mais s'altèrent, se schistifient et disparaissent. C'est peut-être pour cela que la 13e n'affleure pas à la Malafolie, dans le massif de roches micacées qui lui correspond, tandis que la 15e, contenant du grès granitoïde, bien que comprise entre les roches micacées, est très belle à l'affleurement; je ne serais pas étonné que la 13e se reformât plus au Nord où diminue le mica. En beaucoup d'autres points de la lisière, il existe des intercalations de roches micacées très grossières qui ont envahi plusieurs fois l'aire de dépôt; à Bichizieux, par exemple, ces roches forment de petits bancs stériles intercalés dans un terrain appauvri par leur présence.

Figure 30.

Disposition des roches de micaschiste par rapport aux roches de granite.

A. *Coupe N. S. par Montieux.*

B. *Coupe N. S. à la Malafolie.*



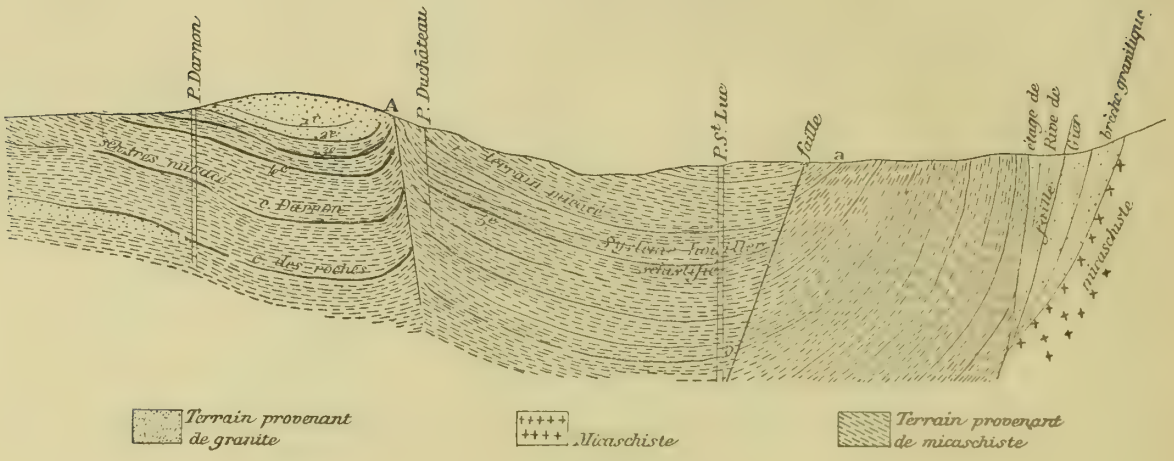
Des révolutions complètes dans le régime sédimentaire les ont fait dominer les unes sur les autres ou même remplacer les unes par les autres.

Un des côtés les plus instructifs, concernant l'apport des roches micacées, est leur alternance générale, dans toute l'étendue du bassin, avec les roches de granite.

C'est ainsi que le terrain stéphanois, de nature quartzo-feldspathique, est compris entre deux étages de roches micacées, celui qui couronne la formation et les grattes de Saint-Chamond; le terrain de Rive-de-Gier, de provenance granitique, est situé au dessous de ces grattes (fig. 31 et Pl. II, fig. 1). Ce double fait porte un enseignement, il établit qu'il y a eu trois changements complets du régime sédimentaire pendant la formation du bassin de la Loire, après l'étage de Rive-de-Gier, et avant et après le système de Saint-Étienne, marqués par la substitution entière des roches de micaschiste aux roches de granite et *vice versâ*, ce que nous interprèterons plus loin.

Figure 31.

Coupe N. S. de Saint-Chamond.



A B, arête de rebroussement.
Échelle 1/20,000.

Leur alternance est plus ou moins générale et répétée.

Les intercalations partielles de roches micacées, représentées à la figure 30, indiquent seulement l'intervention d'affluents secondaires, dont l'un a dû avoir une importance considérable pendant et après la formation de la couche des Rochettes, au-dessus de laquelle se développe un système micacé stérile, très puissant à Montrambert (Pl. II, fig. 1), où il isole le faisceau des Combes, synchronique des couches supérieures d'Avaize, du système moyen qui fait la richesse de ce district.

Sur la même verticale, un certain nombre de puits ont passé d'un système de roches dans un autre, et leur fortune a changé en bien ou en mal, suivant que, des roches micacées, ils sont tombés sur des roches de granite, comme au puits Sainte-Marie (fig. 32) et au puits Ferrouillat, ou ont passé des roches quartzo-feldspathiques aux roches micacées, comme au puits Jules de la Chazotte.

Un grand cours d'eau principal paraît avoir constamment prévalu sur les affluents.

Mais, malgré les cours d'eau secondaires, l'horizon de la 8e couche est universellement caractérisé par l'uniformité des roches et des fossiles, et c'est à peine si, à Saint-Jean, dans les roches micacées, les Cordaïtes prennent le pas sur les autres empreintes végétales, de manière à déconcerter le stratigraphe.

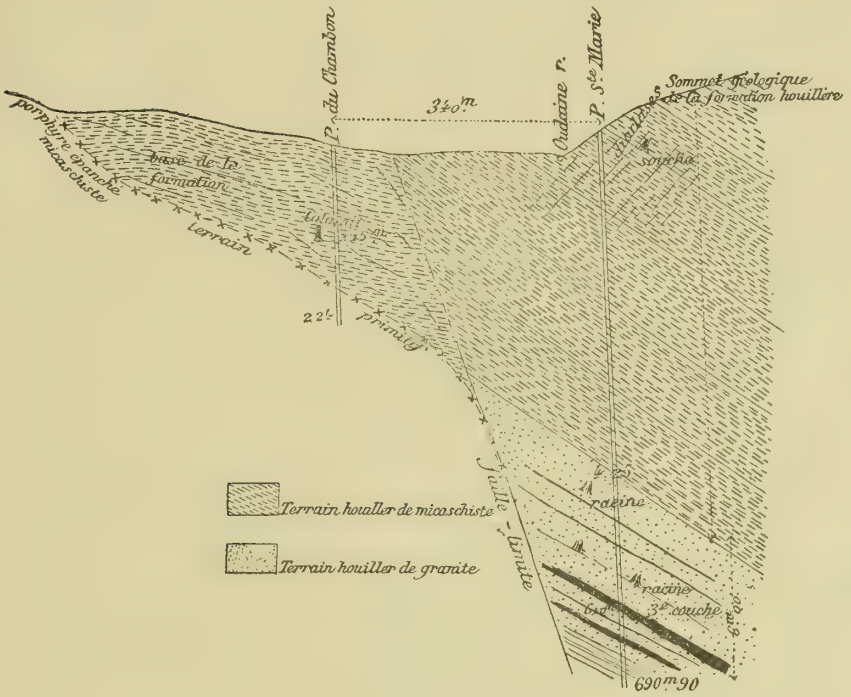
IX.

Conditions générales des dépôts houillers.

Après les développements qui précèdent, essayons de remonter directement aux conditions générales des dépôts houillers, et voyons si elles se tiennent avec les conséquences déjà déduites d'autres considérations.

Figure 32.

Coupe du bord du bassin de la Loire, au Chambon.



Échelle 1/10.000.

Posons, d'abord, quelques principes destinés à guider dans l'appréciation des faits.

Principes de la sédimentation.

On sait et l'on comprend : 1° que le limon, tenu en suspension mécanique dans l'eau, se dépose d'une toute autre manière que celui entraîné au fond par la vitesse ; 2° que les eaux, ayant à la fois un maximum de volume et de vitesse, déposent les graviers et les sables en couches régulières, que les boues en suspension ne tombent qu'au fond des eaux calmes et que l'argile ne se précipite que dans une eau tranquille. Nous savons aussi que les graviers et les sables se déposent en cônes de remblai, lorsqu'ils ne sont pas sollicités par un courant d'eau peu profond, conservant assez de vitesse pour les répandre au loin; seuls, les sables qui tiennent le fond de l'eau sont susceptibles de présenter la stratification croisée, et plus le grain en est grossier, plus ils se sont accumulés sur de forts talus invariablement inclinés dans le sens du courant. Les poudingues sont des dépôts de rivage et non d'eaux profondes. Sous une même puissance et vitesse d'eau, les éléments les plus denses, ou les plus volumineux, tombent les premiers, d'où suit une sorte de triage des parties plus fines qui vont se déposer plus loin. Les dépôts, reçus en eaux profondes,

sont vaseux et forment des bancs horizontaux parallèles. Lorsque le dépôt est continu et rapide, la texture de la roche est confuse, et, lorsqu'il se forme lentement, la roche contracte la structure fissile. Dans une eau profonde, les sédiments forment des couches d'une épaisseur plus constante et d'une beaucoup plus grande étendue que dans le cas d'une eau peu profonde, où les courants superficiels déposent du sable à côté du limon et produisent, sous l'action des remous, des juxtapositions et superpositions de schistes et grès très irrégulières.

Ces principes posés, lorsqu'on considère le nombre et le degré de force des termes et des agents qui sont en jeu dans la sédimentation, on entrevoit la possibilité de résultats analogues obtenus par des moyens différents ; en sorte qu'il est très difficile, sinon impossible, de préciser, pour chaque cas particulier, les conditions de dépôt.

En vertu de ces principes on doit admettre que le bassin de la Loire ne s'est pas formé dans un lac sous l'entraînement d'une masse d'eau peu épaisse.

Toutefois, et c'est là une question de principe, il me paraît certain, et hors de doute, que notre bassin houiller est une formation de lagune ouverte, traversée par une grande masse d'eaux courantes, dans lesquelles les couches pouvaient se déposer horizontalement, comme en justifient les tiges ou racines existant en divers points de chaque horizon géologique. On ne voit pas que les couches se soient déposées en pente, passant toutes au limon dans le même sens, comme dans les lacs ; car, lorsque la roche fine d'une aile de bassin correspond à des roches grossières sur l'autre côté, comme à Autun par exemple, on constate que les sédiments ne sont pas de même nature et ont été apportés par des cours d'eau différents ; et lorsque, comme à Brassac et dans le Gard, se présentent des étages entiers schisteux, on ne voit pas les roches se modifier, et de fines devenir toutes grossières du même côté. Quelqu'invraisemblable que cela paraisse, il existe, comme le dit M. Gruner, des bancs de grès qui accompagnent les couches dans presque toute l'étendue du bassin de la Loire. Or, il n'y a qu'un fort entraînement d'eau qui puisse expliquer cette extension des roches grossières et le parallélisme des couches, malgré l'apport des affluents tributaires. Lorsqu'on examine de près les grès souvent gratteux de Roche-la-Molière, on est frappé de les trouver en couches et assises continues sur plusieurs kilomètres d'étendue. Les dépôts s'effectuaient généralement à peu de profondeur, car leurs formes les plus irrégulières se retrouvent au même niveau dans toute la longueur du bassin, et, au milieu des dépôts vaseux, il y a eu aussi partout des invasions de gravier fréquentes; les boules et sillons de grès perdus dans les schistes ne pouvaient s'isoler qu'au sein d'une nappe d'eau peu épaisse, dans laquelle les courants pouvaient divaguer. Les dépôts sont, à la fois, trop irréguliers et trop changeants pour avoir pris naissance sous une eau profonde.

Néanmoins, les strates sont plus suivies au voisinage du charbon que si ce dernier résultait de tourbage; elles n'offrent pas, en tout cas, les inégalités d'allure des alluvions sans cesse remaniées, non cimentées et destinées à disparaître ; ce sont, en somme, des dépôts de fond, n'accusant pas avoir eu tendance à émerger.

Nous verrons, plus loin, comment les dépôts de faible profondeur peuvent se concilier avec une formation houillère puissante.

Le passage des schistes au grès et leur enchevêtrement, sans séparation nette, prouvent que les sables et boues étaient apportés ensemble dans les aires de dépôts où s'opéraient leur triage et lavage. Avec l'alternance, les variations des dépôts révèlent des changements de vitesse et aussi de direction des eaux courantes. Il y a eu des arrêts dans les apports, et les eaux, restant quelque temps calmes, laissaient se déposer le peu d'argile qu'elles tenaient en suspension, ce qui a produit les dessolardes, ou joints de stratificatiou.

Témoins des directions variées et des changements des cours d'eau.

Lorsqu'un banc de grès passe au schiste, on peut tenir pour certain que le courant d'eau allait du grès au schiste. Les lentilles de grès oblongues dénotent un courant d'eau dirigé suivant leur grand axe. Les érosions et les serrées orientées, N.-S. à Montrambert, O.-E. au niveau de la 3e à Roche-la-Molière et au Clapier etc., marquent aussi le passage de courants d'eau de même direction.

La stratification croisée révèle, au Treuil et à Montrambert, l'existence de courants Nord-Sud, au Clapier N.N.-O., S.S.-E. ; à Roche-la-Molière, ils ont changé de direction de la Grille au Péron, près de la faille du Midi, probablement sous l'influence d'une cause de déviation secondaire.

Les circonstances de gisement des arbres debout nous fournissent aussi de bons renseignements sur la direction des eaux courantes. A bien examiner les changements de dépôts qui se produisent autour des *Psaronius* et des *Calamodendron*, on voit, d'un côté, des roches grossières ayant refoulé les racines adventives contre l'axe, et, de l'autre, entre les mêmes racines flottantes, des dépôts plus fins ; cela accuse évidemment un courant d'eau du premier au deuxième côté, et, par application, on peut affirmer qu'à Roche-la-Molière, pendant la formation du Petit-Moulin, les eaux venaient du Nord, à Châteaucreux, après le dépôt de la 2e, du Nord-Ouest, etc.. On remarque de plus, dans les forêts fossiles, que les tiges penchent ou sont couchées dans le sens des courants qui, d'après cela, se dirigeaient au N.O. à la tranchée du Châtelard (Saint-Chamond), au S.S.-E. au Treuil, à l'Est au Cros, à l'Ouest au Quartier Gaillard, dans les bancs supérieurs, et à l'Est, dans les bancs inférieurs de la figure 29 ; à la Malafolie, il est à remarquer que, dans les roches de granite, les tiges enracinées penchent au Sud, et dans les roches de micaschiste, au Nord, ce qui indique nettement deux courants d'eau opposés pour la formation de ces deux catégories de dépôt.

Conclusion relative au bassin de la Loire.

De l'ensemble de ces faits, il résulte que les eaux courantes suivaient plusieurs directions et en changeaient, dans l'espace et dans le temps, plus souvent que cela n'est possible dans les eaux profondes, mais cependant, qu'elles venaient généralement du Nord ou de l'Ouest, sauf celles qui ont fait pénétrer des roches de micaschiste dans la masse dominante des roches de granite, ce qui s'accorde avec la conclusion posée plus haut, page 114, et fournit la preuve de son exactitude.

Cause réelle de la schistification des couches de houille.

Donc, avec le grand courant d'entraînement général qui traversait tout le bassin, celui-ci recevait plusieurs affluents, dont le principal descendait en biais des terrains micacés du Sud, dans la direction de Saint-Jean-Bonnefonds, où il a avancé son delta sous la forme d'un cône très surbaissé de matériaux mal classés. D'autres cours d'eau plus faibles, descendant les pentes du bassin, ont entremêlé, près des bords, leurs détritus grossiers aux sédiments principaux.

Or, les schistifications générales, dont nous avons parlé page 25, coïncident avec l'apparition des roches micacées (1), et je ne puis concevoir qu'elles se soient produites autrement que par l'action des courants secondaires sur le courant principal qu'ils ont stérilisé; la substitution de l'élément micacé à l'élément granitique a appauvri les dépôts pour deux raisons : 1° parce que le premier paraît avoir été, la plupart du temps, dépourvu de matières végétales, 2° parce qu'il refoulait les matières charbonneuses apportées par le second, ou les imprégnait de limon. Ce n'est pas à dire qu'il n'y ait pas de houille dans les terrains micacés; à la Grand'Combe, il s'en trouve, au contraire, beaucoup dans des roches analogues, mais qui proviennent de la décomposition profonde des micaschistes et talcshistes et ont été amenées de loin, au lieu que, chez nous, les détritus micacés sont très peu altérés et proviennent des bords du bassin.

Il m'est, dans tous les cas, impossible de croire avec MM. Mathet et Fayol, dont les conceptions sont, d'ailleurs, diamétralement opposées, que la matière charbonneuse des couches de Ronchamp et de Commentry a été apportée avec les grès grossiers et les grattes, du côté où se produit la schistification, et a été déposée la première à la suite des roches stériles.

DURÉE DES DÉPOTS HOUILLERS ET DE LA FORMATION HOUILLÈRE TOUT ENTIÈRE.

Ici, se peut poser la question du temps requis pour les dépôts houillers en particulier et en général.

Il est manifeste que les grès compacts se sont déposés rapidement, principalement ceux situés au toit des couches de houille, et en grande masse à la fois, comme en témoignent la position et la conservation des écorces de Cordaïtes, nous verrons à quelle occasion. La formation du gros gore a dû également être assez rapide. Seuls, les schistes feuilletés et la houille stratifiée ont pu exiger un temps considérable

La consolidation des roches, pendant leur dépôt, n'implique pas toujours une grande lenteur de formation, parce qu'elles étaient plus ou moins dans le cas de

(1) La même coïncidence se rencontre à Bessèges et à Portes, dans le Gard : les schistes deviennent peu à peu micacés, les grès se mélangent ou plutôt alternent avec les grattes quartzo-talqueuses, avant d'être entièrement remplacés par ces dernières.

prendre corps comme un mortier hydraulique sous l'eau. Toutefois, les dessolardes, ayant vu pousser des arbres ligneux, marquent, chacune, un temps d'arrêt plus ou moins long.

Mais s'il y a des Fougères arborescentes (1) qui aient vécu le temps de formation de 4 à 5 mètres de grès schisteux, par contre, la succession rapprochée de quelques sols de végétation prouve que, dans certains cas, les mêmes roches se formaient beaucoup plus lentement que dans d'autres.

Tout considéré, si nous avions à formuler un avis sur le temps des dépôts houillers, nous nous hasarderions à dire que la formation de la série stéphanoise, qui a 1000 mètres d'épaisseur dans la plaine du Treuil et 500 mètres à Firminy, a duré 250,000 ans en chiffres ronds.

Cette évaluation est bien au-dessous de celle que l'on s'était plu à supputer, avec l'idée que les couches de houille se sont formées sur place, et que, par suite, la succession de leurs lames alternes, d'aspect différent, indiquent autant d'années par analogie avec la structure de la tourbe supra-aquatique. Une telle manière de mesurer le temps forcerait d'envisager les couches de houille avec leur épaisseur maximum, et d'attribuer à quelques-unes d'entre elles une durée très considérable.

On ne saurait cependant disconvenir, sous peine de tomber dans une exagération contraire, que la formation de la 3e couche, par exemple, et des roches encaissantes n'ait eu une très longue durée.

Mais, d'après notre manière de voir, les immenses forêts, qui recouvraient les bas-fonds vaseux de la contrée environnante, pouvaient fournir abondamment les matériaux de la houille, et l'exiguité des vases de dépôt explique la rapidité avec laquelle quelques-uns paraissent s'être remplis.

Cependant, le Pittsburg-coal, composé principalement de Fougères et de Cordaïtes, et situé à la séparation du terrain houiller moyen d'avec le Permo-carbonifère, a bien pu exiger toute une époque pour sa formation, comme, du reste, certaine conjonction de couches qui résume un bassin.

Mais si, d'un côté, les bassins houillers ont été engendrés séparément plus vite qu'on n'a été porté à le croire, la formation carbonifère tout entière embrasse une durée plus grande qu'on n'avait été enclin à le supposer, avant que je ne fisse connaître l'échelle de superposition, révélée par la *Flore fossile* (2), des formations houillères que l'on croyait, en général, contemporaines.

Le système carbonifère de la Nouvelle-Écosse a, à lui tout seul, l'énorme épaisseur de 8,000 à 9,000 mètres (Dawson), et il n'est pas complet. Rien que le Calcaire carbonifère a, dans le Pays-de-Galles, 700 mètres de puissance.

Or, en 1881, après un voyage industriel dans l'Oural, je fis paraître dans les

(1) Grand'Eury, *Flore carbonifère*, p. 94, Pl. IX, fig. 2.
(2) *Ibid.*, p. 457.

Comptes-rendus de l'Institut (1), une note sur l'âge des calcaires de cette contrée (2), d'après laquelle il se serait déposé de 1000 à 1500 mètres de cette roche, pendant la période houillère proprement dite, entre le Culm et le Permien, c'est-à-dire un des plus puissants et des plus compliqués dépôts de calcaire qu'il y ait eu sur le globe. C'est donc par 3 ou 4 milliers de mètres de calcaire que l'on pourrait se représenter la formation carbonifère, ou, conformément à l'appréciation de Dana, par 20 mille mètres de sédiments, ce qui lui assigne une durée aussi longue qu'à aucune autre période géologique.

(1) *Comptes-rendus*, 1881, p. 1093.

(2) Je ne m'éloigne des déterminations de M. de Müller qu'en ce que la série inférieure, par les fossiles végétaux et animaux, me paraît devoir être rattachée au terrain dévonien. Chargé de l'étude des ressources en fer et en houille des domaines du prince de Galitzin, j'ai examiné de près, au milieu de cette série, les gisements de minerai de fer de Zykof, de Serguiesk, de Jouravlinsk sur la Véjaïa, de Rossolnaïa, de Troïtsk sur la Tchoussovaïa, et reconnu que leurs fossiles végétaux sont beaucoup plus anciens que ceux des houilles de Pachia, Vachecour, Kizell, Lounia, qui sont entre des calcaires carbonifères. Au voisinage du minerai de fer, il n'y a plus de *Stigmaria*, plante extrêmement fréquente auprès des houilles; les rachis de Fougères sont très déchiquetés sans pour ainsi dire d'expansions foliaires; les Lycopodes sont à feuilles courtes et aciculaires; les *Lepidodendron* appartiennent au groupe des *Cyclostigma;* il y a des *Psilophyton* à feuilles très décurrentes, des *Palæophycus sulcatus*, d'Eich., analogues à ceux du vieux grès rouge de Livonie, etc..

D'autre part, j'ai reconnu le Permien moyen à Jélovick, avec *Callipteris* variés, feuilles de *Gingko* nombreuses, mais j'ai découvert peu de restes de plantes, la plupart indéterminables, dans les grès d'Artinsk, qui représentent la base du Permien.

J'ai eu occasion de bien voir les calcaires dévonien, carbonifère et houiller sur la Tchoussovaïa, la Véjaïa, l'Ousva et la Kosva.

CHAPITRE III.

Formation des bassins houillers.

Avant de continuer à traiter des conditions des dépôts houillers, principalement au point de vue de la distribution de la richesse minérale, je vais établir quelques points touchant la manière dont se sont formés les bassins houillers en général.

I.

Facies géologiques et distribution géographique des formations carbonifères.

Idées reçues.

Comme en Angleterre, dans la plupart des grands bassins houillers, après le calcaire marin, succède le Millstone-grit de rivage, et, à ce dernier, la houille de marais ; on en a conclu, qu'à l'époque du Calcaire carbonifère, la mer prédominait et que la période houillère proprement dite a été marquée par l'établissement d'un régime continental favorable à une végétation paludéenne des plus exubérantes. Comme, en outre, au terme de la période houillère, il y a eu retour de la mer, on a été tenté de poser en fait que l'abaissement des continents, après leur élévation, avait fermé le cycle carbonifère.

Mais cet ordre de choses n'a rien de général, et les formations diffèrent sous ce rapport du tout au tout.

Les idées successivement reçues, quant au mode de dépôt, se ressentent de l'objet et du lieu des observations. En Angleterre, est née la notion d'une mer houillère, et, en Allemagne, celle de bassins concaves en forme de fond de bateau. Fournet (1) a combattu vivement cette dernière opinion. On ne peut nier que la régularité de quelques terrains houillers ne soit un caractère des dépôts marins. Mais les fossiles, dans le Centre de la France, sont ceux d'une formation terrestre.

Point de vue plus large, auquel il est logique de se placer.

M. Renevier a contribué, dans ces derniers temps, à faire revenir de l'idée de formations synchroniques semblables sur toute la terre, en rappelant, dans ses notes sur les « *facies géologiques* », qu'il s'est déposé, à chaque époque, des roches très diverses dans des conditions très variées.

(1) *De l'extension des terrains houillers sous les formations secondaires et tertiaires de diverses parties de la France.* Mémoires de l'Académie de Lyon, tome V, 1855.

Faciès géologiques.

Naumann a séparé les formations carbonifères en bassins paralliques et en bassins limniques, tous continentaux, les uns et les plus étendus, ayant un grand air de famille, nés sur le littoral, et les autres plus ou moins circonscrits dans l'intérieur des terres. Comme à ces formations correspondent des calcaires puissants au Centre de la Russie, au S.-O. des États-Unis, où le terrain houiller et le Permien sont marins, c'est-à-dire des dépôts de haute mer, il faut admettre un 3e faciès, le faciès pélagique. Les fossiles indiquent, en effet, une mer profonde dans l'Illinois et le Kentucky. D'Orbigny avait distingué trois groupes de dépôts : terrestres, terrestres et marins superposés, et marins seulement (1). C'est à partir de la formation carbonifère que commencent à se dessiner, d'après M. de Lapparent (2), les trois régimes : côtier au Nord, continental au Centre et pélagique au Sud de l'Europe.

Les bassins paraliques à dépôts marins intercalés constituent de toute manière des formations de transition sur des bas-fonds unis gagnés à la mer. Au Sud de la Russie, d'après les renseignements que je tiens de M. Karpinsky, à l'Est du grand bassin des Appalaches et dans la Nouvelle-Écosse, comme au Nord de Newcastle, la transition au calcaire se fait par coins alternants. D'un autre côté, il existe des terrains paralliques qui participent des formations lacustres.

Le terrain houiller productif est une formation continentale.

Après ce que j'ai dit ailleurs (3), il ne me paraît pas nécessaire de démontrer de nouveau que le terrain houiller productif, par les restes de plantes qu'il contient, n'est pas de formation marine, comme l'ont admis quelques savants, Binney, Bischoff, etc., qui se fondent sur la grande extension des dépôts. Les débris végétaux de la houille sont, en effet, ceux de marais d'eau douce, de lagunes ou de lacs, de même que les arbres enracinés qui l'accompagnent. Il n'y a réellement de formation marine, c'est-à-dire de pleine mer, que les séries de calcaire.

En général, la formation houillère n'est productive que quand le calcaire marin est absent, ou tout au moins intermittent. Le terrain riche en couches de houille est dépourvu de calcaire marin, comme au Canada, ou ne renferme que quelques schistes à coquilles bivalves très subordonnées, comme en Belgique. Et lorsque, dans le Lancashire, il admet de nouveau, dans l'étage supérieur, du calcaire, il redevient pauvre ou même stérile. Dans le Missouri, où domine le calcaire à Fusulines, il y a peu de houille en veines minces ; de même près de Moscou ; il n'y en a point dans le calcaire houiller de l'Oural.

Cependant il y a des couches de houille marine et il doit en être ainsi si ce combustible s'est formé par voie de transport.

Cependant, le Millstone grit et la série du Gannister, qui se sont également formés sous la mer, contiennent quelques couches de houille nées, suivant toute probabilité, dans ce milieu ; mais cela n'a rien d'extraordinaire si ma démonstration (p. 49) est exacte, car elle ne doit pas exclure le dépôt de la houille sous la mer.

(1) *Paléontologie stratigraphique*, 1851, t. II, p. 342.
(2) *Traité de géologie*, p. 805.
(3) *Flore carbonifère*, 337.

Conditions variées de la formation carbonifère.

Les bassins houillers se sont formés dans les conditions les plus variées, et les conditions ont changé dans l'espace et le temps.

Le Calcaire carbonifère du Sud de l'Angleterre est remplacé, dans le Derbyshire, par des grès, schistes et couches de houille; il en est de même de celui de Newcastle qui passe au faciès schisteux et charbonneux en Écosse. Le Calcaire carbonifère franco-belge tend à disparaître dans la Ruhr. Aux États-Unis, le conglomérat domine au S.-E., où se trouvait la terre ferme à l'époque houillère, l'étage supérieur devient calcaire à Pittsburg, l'étage moyen à l'Ouest, et l'étage inférieur dans l'Alabama, la Géorgie, le Tenessée.

Les formations houillères ont partout subi des vicissitudes; la mer a alternativement abandonné et reconquis quelques bassins paralliques; nous verrons que les bassins limniques ont changé de forme plusieurs fois de suite.

Il est extrêmement probable que les conditions de formation étaient différentes de celles d'aujourd'hui. Sur le sol mobile des continents nouvellement émergés, les cours d'eau n'avaient pas le temps de se régler par un système de fleuves. Il est probable que la distribution géographique des continents changeait souvent, tout comme les circonstances topographiques. En un mot, rien n'était stable sur la croûte terrestre flexible, et, tout à l'inverse des temps présents, le climat présentait une uniformité inaltérable, l'atmosphère était tranquille, de telle manière que l'on ne peut raisonnablement attribuer aux crues de pluie les superpositions principales des roches fines et grossières, leurs alternances et leur schistosité n'étant, d'ailleurs, pas de celles que produisent les inondations.

Géographie du globe pendant cette formation.

On ne peut faire que des conjectures sur le relief du globe pendant la formation carbonifère. On sait seulement que la haute mer existait en Russie, en Asie et au Sud-Ouest des États-Unis, et l'on peut dire que la terre ferme avoisinait ou entourait les bassins en voie de formation.

Le facies marin du Culm a fait supposer qu'à l'époque de sa formation, il n'y avait pour ainsi dire pas encore de continents émergés. Mais le Culm revêt, en beaucoup d'endroits, le caractère terrestre, comme celui du Mâconnais par rapport à celui du Beaujolais. Il est bien certain que nombre de pays montagneux sortaient déjà des eaux. L'étendue des terres fermes s'est accrue jusqu'à la fin de la période. En Europe, elles ont ensuite cédé le pas à la mer.

Mais cela se passait d'une manière très variable d'un endroit à un autre.

Tandis que, dans le Centre de l'Angleterre, le terrain houiller redevient marin avant la fin de la période, il prend, en France, en Saxe, en Bohême, un caractère de plus en plus terrestre. A la même époque, la mer forme du Calcaire à Fusulines en Carinthie, où le sol primitif était resté émergé depuis l'origine du monde sédimentaire, etc..

Tout dénote des conditions disparates qui n'excluent pas une certaine unité d'action : la croûte terrestre, n'ayant pas encore acquis sa solidité, se prêtait à toutes les

combinaisons possibles, ce dont ne se rendent pas assez compte ceux qui veulent faire plier tous les exemples à un cas particulier.

DISTRIBUTION DES BASSINS HOUILLERS.

La distribution des bassins houillers est évidemment liée à la forme variable qu'avaient les continents, à la lisière desquels, d'après M. de Lapparent, sont répartis les grands dépôts houillers. Mais on n'a pas les éléments voulus pour examiner cette question, qui offre le plus grand intérêt économique.

Les développements qui vont suivre ayant principalement trait aux formations lacustres circonscrites, c'est à elles que s'appliquent les considérations suivantes :

Il est d'abord certain qu'elles se sont formées dans l'intérieur des continents et non, comme on l'admet encore, sur des îles, car alors les intervalles seraient occupés par du calcaire, ce qui n'est pas.

Nous démontrerons que ces bassins, la plupart aussi puissants que limités, se sont formés dans des dépressions qui s'accentuaient pendant la formation. Il y a bien, dans les intervalles, quelques traces de dépôts houillers ; mais ces dépôts sont minces ; ils ont d'ailleurs presque tous disparu du Plateau central, parce qu'ils n'ont pas pris d'épaisseur sur un sol qui ne s'est pas creusé sous eux.

Nous ne pouvons donc admettre, avec Fournet, que les bassins du Centre de la France soient les lambeaux isolés d'une formation générale, ni supposer, avec Élie de Beaumont, que ceux des Alpes ont été primitivement réunis.

Les nombreux petits bassins, disséminés sur les massifs montagneux des Vosges, de la Bretagne, de l'Estérel, etc., sont en rapport avec des mouvements orogéniques locaux.

Nous pensons qu'il n'y a de bassins sérieux à découvrir que là où l'analogie permet de supposer un affaissement du sol à l'époque carbonifère

Il est à craindre que, sous les terrains de recouvrement, on ne trouve, autour du Plateau central de la France, et surtout dans les Alpes, que des bassins circonscrits, caractérisés par des dépôts de montagnes ou de pays accidentés, comme, par exemple, celui de Tanniges, ramené au jour par le soulèvement des Alpes, et dont on ne voit qu'une cinquantaine de mètres d'épaisseur sous les arkoses du Trias.

Lorsque, sous les terrains plus récents que le terrain houiller, existent des terrains de sédiments plus anciens, lui ayant offert un sol de dépôt plus affermi, on est dans le cas de découvrir, dans l'intervalle, toutes choses égales d'ailleurs, des bassins carbonifères étendus et réguliers, mais épais, là, seulement, où l'on a lieu de présumer que le sol s'est déprimé pendant la formation.

II.

Les tiges enracinées sont à leur endroit natal et appartiennent à des végétaux de terres inondées.

Quelques géologues revenant à l'idée que les tiges debout ont été apportées flottant les racines en bas et ont échoué dans la position, normale aux strates, qu'elles occupent, je me vois forcé de reprendre et de soutenir de nouveau (1) la thèse opposée, qui forme la base des argumentations qui vont suivre.

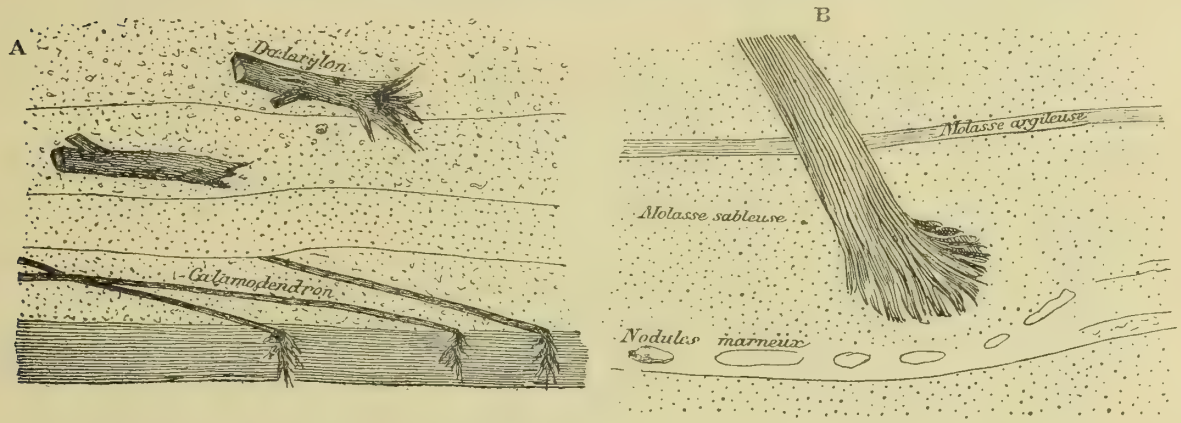
Tiges échouées avec leurs racines.

Il y a bien, dans le terrain houiller, des arbres, pourvus de racines, déposés dans toutes les directions au milieu du grès massif ; mais, outre que leur base n'est pas toujours dirigée en bas, et qu'ils ne sont pas normaux à la stratification, leurs racines sont plus ou moins incomplètes, sans radicelles dans un sol de végétation. La figure 33 ci-après en donne plusieurs exemples ; dans l'un deux, les racines sont

Figure 33.

A. *Tiges de Cordaïtes.*

B. *Base d'une tige de Monocotylédone enchassée dans la Mollasse de Toussieu (Isère).*



rompues à leur naissance. Les plus communes sont les tiges de *Cordaïtes*, qui se présentent, dans les grès, comme les arbres arrachés par les fleuves à leurs rives et échoués dans leurs alluvions, mais elles sont beaucoup moins complètes.

Circonstances de gisement des tiges réellement en place.

Après examen d'une multitude de tiges debout enracinées, je tiens pour absolument certain, avec les paléobotanistes qui ont fait les mêmes observations, Gœppert, Dawson, Binney, Schimper, Lesquereux, etc., et les géologues De la Bèche, Logan, Lyell, Murchison, etc., qu'elles ont poussé sur place. Leur système radiculaire est,

(1) *Annales des mines*, 8e série, t. I, p. 163.

en effet, comme je l'ai constaté avec Adolphe Brongniart, entier jusqu'aux fibrilles, les racines principales sont disposées régulièrement et symétriquement autour de l'axe qui, à la base au moins, est perpendiculaire à la stratification.

Les racines de Cordaïtes rayonnent jusqu'à plusieurs mètres de la souche expalmée sur le schiste argileux (Pl. IX, fig. 9), comme celles des *Taxodium* sur le fond vaseux du Dismall-swamp ; elles n'ont pas pénétré dans les matières végétales en décomposition, mais ont envoyé des ramifications dans le sol sableux (*Annales des mines,* 8ᵉ série, t. I, Pl. II, fig. 5 et 6). Je n'ai pour ainsi dire vu qu'un *Dadoxylon* pivotant, celui figuré dans la forêt fossile de la Pl. IX. Le *Peuce* (fig. 10, même planche) formé de minces fibres à une seule rangée de ponctuations, et séparées par des rayons médullaires nombreux de hauteur variable, s'est incontestablement enfoncé dans le limon déposé, car son pivot traverse des empreintes couchées dans les roches. On peut voir au Cros, dans le grès schisteux, de petits axes artisiiformes verticaux de 0^m01, représentant des Cordaïtes qui ont germé sur place et ont été arrêtés dans leur développement.

Le *Syringodendron* (fig. 8, Pl. IX) a ses racines étalées sur un schiste, dans lequel se sont implantées, au travers des empreintes, quelques racines avec leurs radicelles obliques. J'ai relevé, au Cros, un *Syringodendron*, dont les racines stigmarioïdes sont si longues qu'il ne peut venir à l'esprit de supposer que ce soit une plante sédimentée.

J'ai représenté ailleurs (*Flore carbonifère*, Pl. IX) divers *Psaronius*, comme on les trouve à leur endroit natal, les uns à tiges nues, les autres à tiges chevelues, tous offrant, à la base de pose, un cône de radicelles étalées sur un bombement de la roche inférieure, dans laquelle pénètrent plus ou moins profondément un grand nombre de ces radicelles.

J'ai figuré dans le même ouvrage (Pl. XXXI) des *Calamodendron*, dont les pivots se sont positivement enfoncés dans la roche, qui n'est point altérée entre les racines inférieures comme entre les racines adjuvantes supérieures, où les eaux courantes ralenties par elles ont laissé un limon plus fin qu'aux alentours.

Description d'une forêt de Calamodendrées.

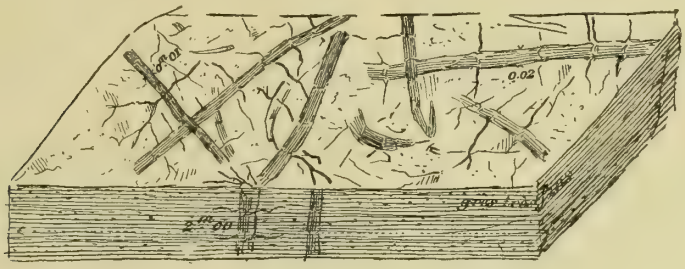
J'ai eu une belle occasion d'étudier une forêt de Calamodendrées, nouvellement découverte, qui présente le plus grand intérêt au point de vue qui nous occupe. J'en figure une partie en tête de la Pl. X. Elle offre à la vue deux sortes de tiges articulées, les unes droites, effilées à la base, que la forme du noyau et la structure de l'enveloppe charbonneuse me font rapporter au genre *Calamodendron*, et les autres, fortement cambrées à la base, que j'ai pu identifier au genre *Arthropitus*.

Les tiges d'*Arthropitus*, émettant de grosses racines charbonneuses à la partie moyenne, sont recourbées sans racines à la base, où elles s'évanouissent, quelques-unes dans le schiste où courent des rhizomes traçants, pourvus de racines ayant visiblement poussé dans le limon argileux après son dépôt. Or, de ces rhizomes

(fig. A, Pl. X), s'élèvent des bases de tiges (fig. B) semblables à celles d'*Arthropitus*. La disposition des tiges est celle de jets dérivés successivement les uns des autres, à 3 ou 4 hauteurs différentes, par voie de rhizomes, de manière qu'il ne peut rester aucun doute que ces tiges ne se soient développées là où elles gisent, tout comme les *Calamites Suckowii* du Treuil (*Flore carb.*, Pl. I, page 14), ou comme les rhizomes et tiges de la figure 34, dont la position *in loco natali* est aussi évidente que celle des *Stigmaria*.

Figure 34.

Très fins rhizomes de Calamites enracinés (Carrière Saint-Joseph).



Par la tige cambrée C, Pl. X, nue à la base et entourée de racines en haut, on apprécie que, nourrie par un rhizome, elle a pu pousser, en montant, au travers de roches gréseuses sans y émettre de racines.

Par la direction verticale des racines tombant de la tige D, on juge qu'elles ont poussé après celle-ci, et se sont détachées de sa face inférieure pour aller s'enfoncer dans le sol, comme cela se voit dans les végétaux vivants de marais ; le fait est encore plus évident dans les figures E et F, et ne souffre aucune contestation. Les racines supérieures des *Calamodendron*, à raison de la position symétrique qu'elles occupent autour de la tige, en dépit des courants d'eau auxquels elles ont été exposées, ne flottaient pas librement dans l'eau, au fond vaseux de laquelle leur pointe a dû s'implanter ; on remarque, en effet, qu'entre ces pointes, la roche ne change pas comme en haut entre les racines tombantes; cette tendance des racines adventives à pénétrer dans le sol contribuait à maintenir droite la tige contre les courants qui ont déposé la gratte tout autour et sous l'effort desquels plusieurs petits arbres ont été couchés, renversés, ou même rompus.

Les tiges enracinées poussaient pendant les dépôts et s'accommodaient d'une station variée, comme les végétaux les plus plastiques.

On constate facilement que les arbres enracinés ont végété pendant les dépôts, comme en témoignent les pivots et les racines qui ont poussé dans le limon. Je l'ai démontré ailleurs (1) pour les *Psaronius* et les Calamodendrées. Le *Psaronius* (fig. 12, Pl. IX), mieux que tous les autres, en est une preuve convaincante avec

(1) *Flore carbonifère*, pp. 93 et 296.

sa chevelure radicellaire étalée à plusieurs niveaux rapprochés sur des planches de schistes, dans lesquelles les racines se sont enfoncées en plus ou moins grand nombre.

Les végétaux ligneux eux-mêmes, répugnant d'avoir leurs racines enterrées, jouissaient, comme les autres, de la faculté d'en produire de nouvelles, au fur et à mesure de l'envasement des anciennes. La figure 11, Pl. IX, et la forêt fossile représentent deux beaux exemples de tiges ligneuses à racines étagées, à ajouter à celui que j'ai figuré dans les *Annales des mines*, 8e série, t. I, Pl. II, fig. 2.

Les tiges enracinées ont dû s'accommoder de circonstances très variables, comme le montrent, au premier chef, les Calamites et les Calamodendrées : tantôt les *Arthropitus* n'émettaient des racines en grand nombre qu'à la base (Pl. IX, fig. 7, *a*), tantôt leurs tiges sans racines s'élevaient à travers 5 à 6 mètres de sable ; tout indique que l'émission des racines se faisait hors du sol. Le groupe D, Pl. X, comprend trois tiges de différents âges qui paraissent appartenir au même sujet.

C'étaient des plantes de terres inondées.

Les végétaux des forêts fossiles étaient adaptés aux stations humides et pouvaient vivre, leurs tiges baignées dans une couche d'eau de 5 à 10 mètres d'épaisseur. J'ai même lieu de croire que les Calamites sans feuille pouvaient prendre tout leur développement sous l'eau ; ce sont, en effet, les dernières tiges dressées que l'on trouve à Roche-la-Molière, et on les rencontre dans des couches qui paraissent s'être déposées en eau assez profonde. Les tiges d'*Arthropitus* ne présentent le rapprochement périodique des articulations et des insertions foliaires qu'à 4 et 5 mètres de leur base. J'ai constaté, dans le Gard (1), que les *Syringodendron* sont les parties du genre *Sigillaria* qui ont poussé dans l'eau. Les tiges ligneuses, se trouvant parmi les autres, dans les forêts fossiles, devaient vivre et prospérer dans les mêmes conditions.

MŒURS PARTICULIÈRES DES *STIGMARIA*.

J'ai écrit, ailleurs (2), que les *Stigmaria* sont des plantes aquatiques indépendantes ; par suite de quoi, ces végétaux, les plus répandus du terrain houiller paralique qu'ils caractérisent, ne sauraient nous fixer, comme on l'attendait, sur les conditions de dépôts.

Encore pourvus de radicelles simples ou bifurquées, sortant des tiges à angle droit, personne ne doute que les *Stigmaria* n'occupent leur sol de végétation. On les trouve dans toutes les roches, grès, schiste, houille, sauf, m'écrit M. Lesquereux, dans le vrai calcaire, tout en les rencontrant, au Cap Breton, dans des argiles schisteuses associées au calcaire. C'est principalement au mur des couches de houille que ces tiges encombrent souvent l'Underclay, sur plusieurs mètres d'épais-

(1) *Paléontologie stratigraphique du bassin houiller du Gard.*

(2) *Annales des Mines*, 8e série, I, p. 161.

seur, sans aboutir à aucun tronc ; elles s'enfoncent obliquement, courent horizontalement et se terminent effilées sans changer de forme ; elles sont dérasées au mur des couches avec lesquelles elles n'ont pas de rapport; elles sont remplies de terre, comme les tiges rompues. Tout indique que les *Stigmaria* enracinés sont les extrémités de rhizomes aquatiques et non des racines de sol émergé, comme le veulent les partisans de la formation sur place. On les trouve dans les blackbands pleins de coquilles, et là ils ont poussé dans un sol submergé.

J'ai fait quelques observations qui jettent un nouveau jour sur les mœurs de ces plantes du terrain houiller. Comme l'expriment les fig. 7 et 7' de la Pl. IX, au mur de la couche des Trois-Gores, pénètrent obliquement, dans de petits bancs de grès schisteux, des tiges fluettes de *Stigmaria ficoïdes*, desquelles sortent des radicules incomparablement plus longues en bas que par côté, et surtout qu'en haut ; il y a des tiges qui, ayant rampé sur la vase, n'ont émis, comme les rhizomes de *Nymphæa*, des racines qu'en bas ; c'est là, je crois, l'origine de la plupart des *Radicalites* qui, dès lors, sont à négliger, au même titre que les *Stigmaria*, dans les études suivantes; il y a des tiges horizontales à racines étalées latéralement et affaissées sur elles-mêmes au-dessous, qui sont tombées en plein développement ; et comme on trouve, en même temps, des *Stigmaria* stratifiés sans radicules, il faut admettre qu'ils végétaient dans l'eau, incapables qu'ils étaient de se tenir dans l'air, et, morts, se dépouillèrent de leurs appendices tubuleux avant de gagner le fond.

III.

Les dépôts se sont effectués, souvent et par place, à peu de profondeur, pendant la formation des bassins houillers.

J'ai établi ailleurs (1) cette proposition, en me fondant sur l'existence de souches et arbres *in loco natali* dans toute l'étendue et à toutes les profondeurs de nos terrains houillers; aux preuves de fait données, j'ajouterai les suivantes.

Gisements nouveaux de tiges, souches et racines *in loco natali*.

Rive-de-Gier : veine du Bois-Forêt, radicelles au mur et *Calamites* au toit ; Combelibert, à 80 mètres au-dessus de la grande couche, *Dadoxylon*, et dans un banc de schiste supérieur, radicules; puits Guétat, au toit de la même couche, *Calamites*. — Saint-Chamond : tranchée du Châtelard, *Psaronius*, *Syringodendron*, *Cordaïtes* ; puits du Château, *Calamites* dans les roches de la houille. — Chazotte, fonçage du puits Julie, *Calamites*. — Puits Verpilleux, au toit de la 15e, *Calamites*. Carrière des Granges-Neuves, *Cordaïtes*. — Barallière, au-dessus de la 1re et de la 2e réunies, *Calamites*. — Puits Saint-Joseph-du-Montcel, à 150 mètres de profondeur, tiges surmontant 3 veines de cru inférieures à la 14e. — Montieux, à l'affleurement des grattes micacées, entre les 7e et 8e, *Syringogendron* et *Calamites*; Croix-du-Trèves, *Calamites*. — Galerie de la Vogue, à 500 mètres de profondeur, *Stigmariopsis*. — Marais, toit de la 15e, *Calamites major* et *Psaronius*. — Puits de Bellevue (200 mètres), puits du Mont (320 mètres), puits Montmartre (250 mètres), racines. — Puits Châtelus,

(1) *Flore carbonifère*, p. 352.

profondeur 460 mètres, ou 30 mètres au-dessous de la 8e, *Stigmariopsis*. — Barraudes à 20 mètres, au-dessus de la 8e, *Calamodendron* et, au mur de cette couche, *Calamites*. — Puits du Crêt de Roche-la-Molière, à 80 mètres au-dessous de la couche Siméon, racines, et à la Côte-du-Rieux, à 40 mètres au-dessus de cette couche, tiges. — Puits de Troussieux, à 608 mètres dans le travers-bancs Nord, *Calamites*. — Béraudière, toit de la 3e brûlante, *Calamites* séparés de la couche par la manne jaune; à la tête du tunnel, tiges à quatre niveaux différents. — Puits Ferrouillat, à 320 mètres, racines. — Montrambert, *Psaronius* et *Cordaïtes*; au toit de la couche des Combes, *Psaronius* à 8 mètres au mur de la couche des Littes, *Calamodendron* au dessus de la Serrurière et dans l'entre-deux de la couche des Trois-Gores. — Puits Sainte-Marie du Chambon : au jour, *Cordaïtes*, et au fond, racines; puits du Chambon, à 414 mètres, *Calamites*. — Chemin du Chambon à Saint-Romain-le-Puy, *Calamites*. — Malafolie : tranchée Malval, *Calamites Suckowii, C. major*, et *Syringodendron*; grande couche, roulage Est du plan de l'Ondaine, racines à 10 mètres au mur, *Calamites* au toit et à 20 mètres au-dessus; carrière Chaponost, diverses petites tiges; au toit du banc inférieur de la couche du Soleil, petite Sigillaire. — Firminy, carrière Trémoulin aux Razes, nombreuses Calamariées; dans la propriété du Sablat, entre Firminy et Combe-Blanche, *Syringodendron bioculatum*. . . . . .

. . . . . .

Il y a, pour ainsi dire, partout des tiges debout et des racines en place, en outre des *Radiculites* qui appartiennent généralement, comme les *Stigmaria*, à des plantes aquatiques. Les *Calamites* sont, avec les *Calamodendron*, les tiges les plus répandues. Les *Psaronius*, *Syringodendron* et *Cordaites*, pour être plus rares, ne s'en trouvent pas moins à beaucoup d'endroits.

Comme les tiges, auxquelles ils appartiennent, avaient forcément leur cime hors de l'eau, il faut admettre que les strates, qu'elles traversent normalement et dans lesquelles elles sont enracinées, se sont déposées à peu de profondeur.

Leur présence, il est vrai, n'est pas générale; elles n'occupent pas, loin de là, toute l'étendue des mêmes bancs; souvent, elles n'y forment que des colonies isolées, principalement au bord des encuvements locaux dont nous parlerons plus bas; je n'en ai point aperçu à la Varenne, ni au puits du Treuil, à 500 mètres de profondeur, ni dans le système de la 3e Brûlante, à Montrambert, etc.; des massifs puissants en sont privés; à Roche-la-Molière, il paraît qu'elles disparaissent à l'aval-pendage des couches. Mais il y en a, à plusieurs endroits et à plusieurs niveaux, dans le bassin houiller de la Loire et dans tous les bassins du Centre de la France.

Des tiges debout enracinées se trouvent aussi dans les bassins paraliques; dans le Nord de la France, il y en a à l'Escarpelle, à Bully-Grenay, à Anzin, etc.. Gœppert (1) en a signalé dans tous les terrains houillers. Aux South-joggins (Nouvelle-Écosse), M. Dawson en a noté, pour ainsi dire, auprès de toutes les couches de la formation houillère; à l'entrée de la baie de Fundy, on voit 10 forêts enfouies, l'une au-dessus de l'autre, dans une série de couches de 2500 pieds anglais de hauteur.

Ce n'est pas à dire qu'il y en ait nécessairement partout; les bassins lim-

(1) *Abhandlung der Steinkohlen*, 148 à 159.

niques de la Bohême, d'après ce que m'a dit M. Stur, n'en offrent presque pas, à part des *Stigmaria* au mur des couches inférieures; or, nous verrons que l'un au moins de ces bassins paraît s'être formé dans un lac.

Il n'y a pas non plus, m'écrit M. Lesquereux, de troncs, de racines, de forêts en place, aux environs de Pittsburg, rien qui montre, sur place, une végétation distincte et séparée de celle de la houille ; ce qui s'explique par le caractère demi-marin de la formation carbonifère de Pensylvanie.

Quoiqu'il en soit, la présence si générale de tiges enracinées dans le terrain houiller normal prouve que les dépôts ne s'accumulaient pas réglementairement à une grande profondeur, conformément aux indications tirées plus haut de la forme et de la répartition des sédiments.

Leur profusion et surtout leur extension constituent les témoins les plus irrécusables du mécanisme de formation qui va nous occuper dans les paragraphes suivants.

Elles n'ont jamais recouvert entièrement le bassin houiller pour y former des tourbières.

Je me représente les forêts fossiles, clair-semées, souvent composées seulement de quelques tiges isolées à plusieurs niveaux, comme une extension des forêts carbonifères sur les aires de dépôt, où les plantes d'eau s'avançaient aussi loin qu'elles pouvaient, s'implantant très activement sur les hauts-fonds, mais ne paraissant jamais avoir envahi complètement toute l'étendue du bassin géogénique, comme sont obligés de l'admettre les partisans de la formation de la houille sur place pour chaque couche de combustible fossile séparément.

La mort souvent prématurée, la décomposition interne des tiges enracinées avant leur remplissage par le limon, et diverses autres circonstances de gisement invitent à penser que le sol de dépôt était soumis à des affaissements qui amenaient le dépérissement et la destruction des forêts fossiles.

IV.

Les couches houillères ne s'accumulaient généralement que grâce à l'affaissement du lit de dépôt, comme l'indiquent les arbres debout et les changements dans la grosseur et la nature des sédiments.

La conséquence absolue de la présence des souches, enracinées à différents niveaux du terrain houiller, est que ces couches n'ont pu continuer à s'accroître en épaisseur, que sur un fond mobile, sujet à affaissement.

Preuves d'affaissements lents, mais continus, pendant la formation de nos bassins houillers.

Il est absolument certain qu'après la première végétation des forêts fossiles à sol multiple, représentées Pl. XXXIV de ma *Flore carbonifère*, il y a eu apport de limon; puis, de nouvelles plantes aériennes ont pris pied au même endroit, lesquelles ont été détruites, recouvertes, et ainsi de suite. La forêt fossile de la Pl. IX montre, avec plus de détail, plusieurs sols de végétation superposés.

Or, ces superpositions de forêts fossiles, répétées un plus ou moins grand nom-

bre de fois au Cros, au Treuil, au Quartier-Gaillard, à Roche-la-Molière, à Montrambert (Pl. II, fig. 1), etc., occupent des épaisseurs de terrain considérables ; il a donc fallu qu'à ces endroits, le sol s'enfonçât, de toutes ces épaisseurs, pendant la formation, par des mouvements lents ou saccadés. Comme il y a des districts entiers pourvus, par exemple celui de la Malafolie, de tiges debout à tous les niveaux, force est d'admettre que leur formation a été subordonnée tout le temps à un affaissement. Et, comme, aux environs de Saint-Étienne, il y a des souches enracinées jusqu'à 500 ou 600 mètres de profondeur, il faut se rendre à l'évidence que le bassin s'est creusé pendant la formation.

Il y a bien des faisceaux de couches et des étages privés d'arbres enracinés, comme celui des 9e à 12e à Montieux, la série des couches d'Avaize, etc. ; mais on en trouve à proximité, soit dans le même horizon, soit au-dessus ou au-dessous. En sorte que l'on peut tenir pour certain que les bassins houillers doivent leur énorme puissance à un affaissement continu du sol de dépôt. Dans le pays de Galles et le Lancashire, les géologues anglais ont aussi reconnu, par d'autres raisons tirées des coquilles, que les dépôts ont eu lieu dans une eau de profondeur moyenne, pendant un abaissement lent du fond.

Il ne paraît pas y avoir eu d'oscillations en sens contraire

Il ne paraît pas y avoir eu, à Saint-Étienne, de mouvements récurrents, parce que, dans ce cas, on ne manquerait pas de trouver des strates ayant émergé ; il y aurait de nombreux remaniements, comme dans les alluvions fluviatiles, et des courants d'eau auraient creusé leur lit dans les roches antérieurement formées, ce que l'on ne constate même pas sur les bords du bassin.

La formation de la houille sur place ne peut matériellement se concilier avec ce double fait.

Comment concilier cela avec des affaissements séparés chacun par un repos pour la formation de chaque couche de houille, dans l'hypothèse que celle-ci est née comme la tourbe, à l'air, sur un sol marécageux ? La nécessité d'un remplissage complet de la lagune rend cette circonstance bien difficile à réaliser lorsque le nombre des couches est grand et surtout quand elles alternent avec des lits coquilliers. Lorsque c'est le calcaire marin qui sépare les faisceaux charbonneux, de la Bèche s'est vu forcé d'inventer des mouvements ascendants ; l'impossibilité de concevoir des oscillations verticales, qui se seraient arrêtées juste au moment où le fond arrivait à fleur de l'eau, fait pressentir que la solution du problème n'est pas de ce côté. Et, de quelque manière qu'on attaque ce dernier, il n'y a que la formation de la houille par transport qui s'accorde bien avec le mécanisme que nous révèlent les considérations suivantes.

TÉMOIGNAGES STRATIGRAPHIQUES D'AFFAISSEMENTS DU SOL DE DÉPÔT ET DE CHANGEMENTS DANS LA DIRECTION DES COURS D'EAU ET LE RELIEF DE LA TERRE FERME.

Tout le monde a remarqué qu'à une période de repos, nécessaire pour chaque

formation charbonneuse, a succédé une période de transport. A raison de leur durée, l'alternance de ces périodes ne saurait être rapportée à des changements de saison, ni à un régime pluvial variable.

A Saint-Étienne, la plupart des couches de houille sont recouvertes de puissantes assises de grès grossier, souvent caillouteux, compact, avec des lambeaux de tiges de Cordaïtes échouées dans tous les sens. Comme l'apport du grès a exigé une augmentation sensible de la vitesse des eaux, on est amené à penser qu'il a été appelé par des mouvements d'affaissement, probablement saccadés. Il semble que ce soit là le moyen par lequel les bassins géogéniques peu profonds ont pu recevoir, après la vase, des dépôts de gravier. De la Bêche et Binney, eux aussi, ont soupçonné des rapports entre la force qu'ont eue les courants d'eau et l'affaissement du bassin récepteur des limons. De la Bêche a estimé que le sable, mélangé au poudingue, indique que le tout a été entraîné, en demi-suspension, dans une eau animée d'une grande vitesse, et que leur dépôt est le résultat d'une action violente et passagère.

Les assises de poudingues, succédant aux dépôts fins, dénotent toujours un grand changement dans les conditions de transport, et l'on ne saurait se l'expliquer que par un mouvement orogénique, nécessaire pour le retour à l'activité des agents, d'érosion et de transport des galets dans le bassin de dépôt.

Or, les poudingues, amenés comme une masse, se présentent partout, et à un grand nombre de niveaux, dans le bassin de la Loire ; ils sont très répétés dans le Centre de la France ; ils forment plusieurs horizons dans le bassin de Bristol.

A part quelques exceptions, la formation des bassins houillers n'a donc pas marché vers un état d'équilibre, comme le remplissage des deltas avec des cailloux au fond, des sables au milieu et des vases en haut. Cet équilibre, qui a constamment tendu à s'établir, a été fréquemment interrompu par des affaissements du sol de dépôt, combinés à des modifications dans le relief topographique de la contrée.

Conception de l'étage stratigraphique.

Pris dans l'ensemble, comme une unité, le double fait, qu'aux dépôts grossiers se superposent des roches de plus en plus fines, a fait concevoir l'étage par les monographistes comme formé de poudingues surmontés d'un système charbonneux. Mais cet élément de la subdivision du terrain houiller est essentiellement local, étant, comme nous venons de le voir, une conséquence des mouvements du sol, dont les effets varient d'un point à un autre du même bassin ; il se répète, d'ailleurs, à des intervalles variables, sans rapport avec le temps, et, l'étage, ainsi conçu sur des bases aussi fragiles, n'a aucune valeur géologique.

Preuves de mouvements orographiques considérables pendant la formation.

Il existe d'autres données comme preuves de mouvements considérables pendant la formation, ce sont les substitutions de roches quartzo-micacées aux roches feldspathiques (voir la fin de la section VIII du chapitre II). Lorsque la substitution est générale, elle annonce un changement complet dans le cours des eaux courantes. Nous avons vu que, pendant la formation charbonneuse de Saint-Étienne,

le grand courant, qui apportait les détritus quartzo-feldspathiques, dominait les autres. Or, à la fin de cette formation, les roches micacées, amenées du Sud, où se sont ouvertes, à plusieurs reprises, des sources ferrugineuses, ont tout à coup supplanté les roches feldspathiques ; cela n'a évidemment pu se faire sans des changements orographiques qui ont dû supprimer le grand courant venant du Nord, et augmenter, au contraire, dans une forte mesure, la force de transport des affluents qui descendaient du Sud.

Il semble ainsi que les phénomènes sédimentaires et les mouvements orogéniques soient liés par une équation.

Les mouvements, auxquels sont dus les changements des roches, ont déformé les bassins géogéniques.

En fait, on a constaté, dans la Basse-Silésie, que les principaux changements stratigraphiques se sont produits à l'occasion des éruptions de porphyre. C'est aussi une émission de trapp, accompagnée de sources siliceuses à la bordure Nord du bassin de la Loire, qui a marqué l'avènement de l'étage des grattes micacées de Saint-Chamond, au-dessus du terrain d'origine granitique de Rive-de-Gier. Après la formation de cet étage stérile, qui ne concorde pas stratigraphiquement avec le terrain de Rive-de-Gier, le bassin a subi une nouvelle déformation avant le dépôt du système charbonneux de Saint-Étienne.

Pendant la formation du bassin du Gard, il s'est produit de non moins grands changements dans la forme du vase de dépôt et le relief topographique des Cévennes. L'examen critique de ces changements se trouve développé dans un mémoire en cours de publication (1).

En somme, à l'époque houillère, la croûte terrestre était très mobile et il se produisait des oscillations, saccadées fréquentes.

En serrant de près les discussions qui précèdent, on voit d'abord que la permanence topographique et le cours régulier des eaux ne sauraient être admis, parce que les rivières, parvenues à l'état d'équilibre, ne transportent plus que du sable fin et du limon argileux. Ce régime de fleuve, qui a pu présider à la formation du bassin franco-belge, n'a pas prévalu sur le Plateau central de la France, où les poudingues et les grès gratteux en grandes masses sont récurrents.

Les poudingues grossiers, alternant avec les roches fines, décolorées et profondément décomposées, dénotent le réveil des forces d'érosion et de transport, après un temps d'arrêt d'autant plus long que les roches fines sont charbonneuses, pendant la formation de la houille, la sédimentation était en quelque sorte suspendue ; le bassin géogénique étant à peu près rempli, le limon sableux restait en amont, et, faute d'un affaissement ayant attiré les détritus grossiers, il est probable que leur dépôt aurait cessé.

Sachant que les cours d'eau, dont la pente n'augmente pas, deviennent de moins en moins des agents d'érosion et ne remanient plus les graviers de fond ; sachant, de plus, que la sédimentation active est favorisée par la mobilité du sol, on est amené à rattacher le retour des assises de poudingues à des mouvements orogé-

(1) *Paléontologie stratigraphique du bassin houiller du Gard.*

niques qui ont modifié, créé ou supprimé, à chaque fois, certains cours d'eau, comme l'atteste la composition variable des poudingues quartzo-feldspathiques, et, à certains moments, changé même la nature des roches à la suite d'une perturbation complète dans la circulation des eaux superficielles.

Il me semble que, si l'étage stratigraphique était fondé sur un tel changement, il aurait chance d'être naturel, parce qu'à Saint-Étienne et à Alais, il a coïncidé avec le remplacement des roches, des oscillations affectant les formations similaires du Centre de la France, et, en même temps, des modifications notables de la flore fossile (1).

Il n'y a que des mouvements orographiques, plus ou moins considérables, qui puissent rendre compte des variations de composition de nos bassins houillers. L'alternance des couches d'eau douce et des dépôts marins a été aussi considérée comme une preuve de la mobilité du sol pendant la formation des terrains paraliques, et la présence des arbres debout, entre les couches marines, d'affaissements brusques et de relèvements lents. La superposition des poudingues aux schistes est pour plusieurs auteurs le signe d'un cataclysme, ou, tout au moins, l'effet d'une inondation aussi violente que soudaine.

Tout nous convie donc à admettre que le sol éprouvait des mouvements saccadés, de force à rétablir le régime torrentueux des rivières, dont la capacité sédimentaire était d'autant plus grande que le ruisselement des eaux était porté à son maximum sur les pentes dénudées des pays restreints qu'elles arrosaient.

Ces mouvements se traduisaient par un enfoncement continuel du vase de dépôt, auquel se combinait, par compensation, le relèvement du bord, grâce à quoi, les cours d'eau, obligés de creuser souvent leur lit à l'embouchure, ont remanié les schistes houillers et les ont déposés sous forme de brèches à une foule d'endroits du bassin de la Loire.

COMMENT ONT COMMENCÉ ET ONT FINI LES BASSINS HOUILLERS.

La plupart des bassins houillers, ayant un substratum formé de gros éléments (2), ont, de même que les bassins marins, commencé par des mouvements du sol. Ils n'ont pas pris naissance dans des lacs tout conformés. L'affaissement a été une condition nécessaire à l'accumulation des dépôts sur une grande épaisseur. M. Lory

(1) Envisagé de cette manière, le bassin de la Loire se décomposerait en 4 étages : 1° celui de Rive-de-Gier, caractérisé par des roches quartzo-feldspathiques; 2° celui de Saint-Chamond, par une énorme épaisseur de poudingues micacés, témoignant de la longue durée des causes génératrices de leur apport; 3° l'étage de Saint-Étienne, formé de nouveau par des sédiments quartzo-feldspathiques; 4° l'étage du Permien rouge, que signale le retour des roches micacées à l'exclusion des autres.

(2) Excepté *les bassins de Ronchamp, de la Bouble, de Carmeaux,* etc..

vient de le reconnaître pour le Trias alpin. Ce n'est donc pas, comme on l'a dit, un mouvement qui a mis fin à la formation, c'est plutôt un arrêt de l'affaissement.

Les bassins, qui sont encaissés entre les roches primitives de nature différente, comme le bassin de la Bouble, ont probablement commencé par une catastrophe.

Le bassin de la Loire, après la formation des couches de Chapoulet, les seules qui me paraissent pouvoir s'avancer jusque sous la plaine du Forez, paraît avoir débuté par un effondrement, car il repose sur une brèche, ce qui suppose des eaux torrentueuses qui se sont précipitées des hauteurs situées au Nord. Mais les brèches ne sont pas des roches d'éboulis, car on en trouve d'exclusivement granitique, à la Ricamarie et au Sud de Saint-Chamond, reposant sur le micaschiste; la débâcle, qui les a entraînées, s'est produite en plusieurs fois; car, dans cette formation, qui contient des blocs énormes, il existe des dépôts fins, où ont poussé des arbres; il est même présumable que les principaux arrivages de brèches ont coïncidé avec des affaissements, ainsi que l'indique la figure 35 par des souches à différents niveaux.

Figure 35.

Formation de Brèche.

V.

Dans le Centre de la France, les bassins houillers ébauchés s'accentuaient pendant la formation.

A généraliser les exemples que nous allons passer en revue, on peut dire que nos bassins houillers, sans ressembler aux plaines d'alluvions qui bordent les fleuves barrés en aval, ont pris naissance dans des fonds de vallée, ou des plis concaves, qui s'affaissaient pendant la formation, les dépôts de seconde date débordant sur les premiers; l'affaissement central était combiné avec le relèvement des bords, ce qui a resserré les derniers dépôts dans l'axe. En sorte que, formés sous un pareil concours de mouvements, les bassins houillers ont des couches inférieures cachées, des couches moyennes affleurant sur le pourtour, et des couches supérieures réduites au centre géologique; et, par un effet de relèvement latéral combiné à un enfoncement de l'axe, ils affectent la forme d'un fond de bateau.

Dans tous les cas, le relèvement des couches sur les bords ne saurait être attribué au tassement qui n'a produit, dans les plaines du Forez et du Bas-Dauphiné, qu'un très léger pendage vers les bas-fonds de la mer tertiaire, sans redressement sensible des couches sur la lisière.

Par suite de leur mode de formation, nos bassins houillers sont très circonscrits et fortement encaissés, comme l'ont reconnu, en France, les auteurs de la carte (T. I, p. 505), et, en Bohême, M. Stur; aussi, ont-ils éprouvé une faible destruction; ils existent à peu près avec leurs limites de formation.

Mais, voyons, par des exemples, comment les choses se sont passées.

Bassin de la Loire. Le bassin de la Loire s'est formé dans une vallée, dirigée E. 25° N., et ouverte du côté des Alpes. Cette vallée, creusée en cirque à l'Ouest et terminée en goulet à l'Est, a eté soumise, comme l'a dit très judicieusement M. Gruner, à un mouvement d'affaissement, tantôt lent, tantôt saccadé, qui a duré toute la période carbonifère; j'ajouterai que la ligne de thalweg s'est déplacée parallèlement à elle-même, du Nord au Sud, et que le centre de dépression a cheminé, en même temps, de l'Est à l'Ouest.

Dès l'origine, le bassin était faiblement ébauché et peu profond à Rive-de-Gier, où les couches inférieures sont parallèles au micaschiste et les couches supérieures débordent sur les inférieures. Au Nord, à Manissole, la Grande couche repose presque sur la brèche, et, au bord Sud, elle seule affleure; à la Péronnière, les couches inférieures s'amincissent vers le Nord, où elles paraissent devoir aller finir sur la brèche, à 5 mètres de laquelle s'approche la Grande couche, à la Faverge; à Villerupt, cette couche s'avance également plus au Nord que la Bâtarde ; au côté opposé, dans la petite cuvette du Reclus, l'unique couche qui existe n'affleure même pas.

La brèche était soulevée au Nord de Comberigole, car les couches inférieures s'effilent, relevées légèrement à son contact, sans faille, et les roches, supérieures de plus de cent mètres à ces couches, la recouvrent sans accident visible. Il y a ainsi une forte discordance entre les deux dépôts.

Durant la formation, le bassin s'enfonçait et les bords se relevaient, car les couches sont à la fois altérées, moins puissantes et plus rapprochées sur les côtés que vers le centre (1), comme l'exprime la figure 36 A (voir page suivante).

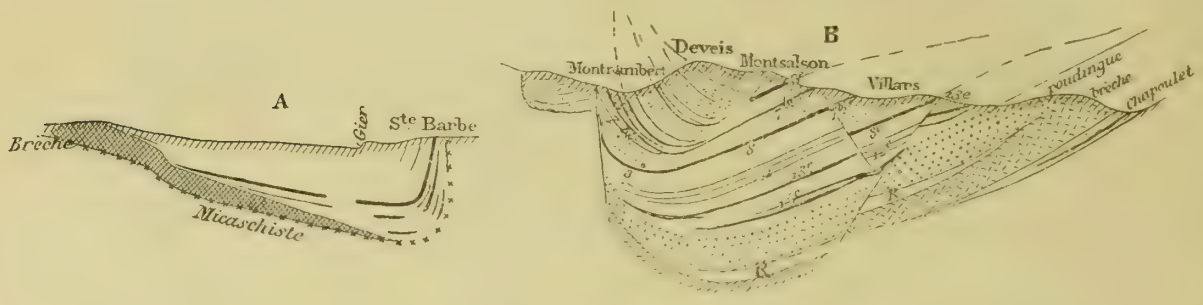
Ainsi, au Nord du Mouillon, elles sont notablement plus rapprochées qu'au Sud de Rive-de-Gier, où, relevées verticalement, elles disparaissent sans étirement notable avant d'arriver au jour ; tandis qu'à Sainte-Barbe, centre du bassin, les couches sont à 45 mètres les unes des autres. A Givors également, les affleurements latéraux sont très minces.

M. Gruner a expliqué que c'est vers le bord Sud droit que s'est le plus enfoncée

(1) Pareille chose a été constatée en Basse-Silésie.

Figure 36.

A. *Coupe théorique de l'aile Nord à la Faverge, et du relèvement Sud à Egarande.*
B. *Coupe transversale moyenne théorique du bassin de Saint-Étienne.*



la vallée houillère ; cette remarque, concernant la partie orientale du bassin de la Loire, n'est pas applicable aux environs de Saint-Étienne, où j'ai lieu de croire que la ligne de fond, située au Nord de la ville, pendant le dépôt des couches inférieures, s'est avancée vers le Sud jusqu'à la formation de la 3e, pour rétrograder ensuite vers le Nord, où les roches de couronnement paraissent avoir empiété, à Montsalson et à Montaud, sur les couches de houille supérieures. C'est sous l'empire de cette idée qu'a été dressée la coupe B de la fig. 36. Nous examinerons, plus loin, les mouvements particuliers qu'a éprouvés la région stéphanoise et les effets qu'ils ont eus sur sa structure complexe.

Ajoutons encore que, suivant toute probabilité, la production des sources siliceuses à la lisière Nord a coïncidé avec les premiers affaissements du bassin, et des sources ferrugineuses au Sud, avec la continuation des affaissements de ce côté.

Bassin de Sainte-Foy-l'Argentière.

A Sainte-Foy-l'Argentière, d'une manière non moins significative qu'à Saint-Étienne, les strates inférieures n'affleurent pas, diminuent de puissance et la houille de qualité, vers les bords, où elles se relèvent, d'un côté, à 80° sous les couches supérieures inclinées à 15° seulement (figure 37).

En s'approchant du bord, les couches de houille s'amincissent sans étirement apparent ; la plus inférieure et le savon de la couche principale manquent ; le charbon devient plus sale ; le puits des Ressaudes, qui a traversé des bancs de plus en plus inclinés en profondeur, a découvert, au-dessous de la couche principale, une couche inférieure qui n'affleure pas du côté où celle-ci monte jusqu'au jour. Bref, la conviction des exploitants est que les couches inférieures vont butter en s'amincissant et se relevant contre la paroi qui ne fait pas faille. Il y a donc lieu de croire que, pendant le dépôt, le bassin s'est de plus en plus dessiné, que son fond s'est affaissé et ses bords relevés, mais non suffisamment pour faire affleurer les dépôts inférieurs d'une étendue latérale, d'ailleurs, trop restreinte pour cela.

Bassin de la Queune.

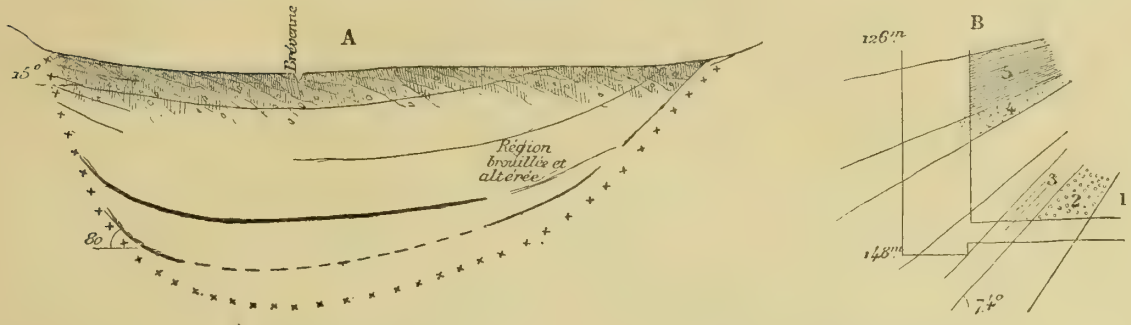
Sur la foi des renseignements que je dois à M. Voisin, quel plus bel exemple

Figure 37.

A. *Coupe transversale du bassin de Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône).*

Échelle 1/2000.

B. *Coupe du puits des Ressaudes.*



5, Schiste compact noir.
4, Grès à grains fins.
3, Grès mêlé de schiste.
2, Poudingue à galets de porphyre.
1, Porphyre quartzifère.

d'encaissement de terrain houiller, pendant la formation, puis-je figurer avec ses stades, que celui du bassin de la Queune! Par le plan et les coupes de la figure 38, on voit qu'à peine ébauché au début, puisque la couche du Montet est parallèle au granite et le touche presque d'un côté du bassin, celui-ci s'est tout modelé pendant sa formation, le mouvement relatif d'affaisssement s'étant ralenti et terminé vers la fin; on voit l'étage houiller supérieur en discordance sur l'autre, au moins en coupe transversale, et le groupe permien est à peine relevé de 4 à 8° au-dessus d'un terrain houiller en fond de bateau, dont les couches supérieures inclinent de 30°, et les inférieures de 60°. Le tout disparaît au Nord sous le Trias, par rapport auquel s'accentuent les discordances (voir figure 38, page suivante).

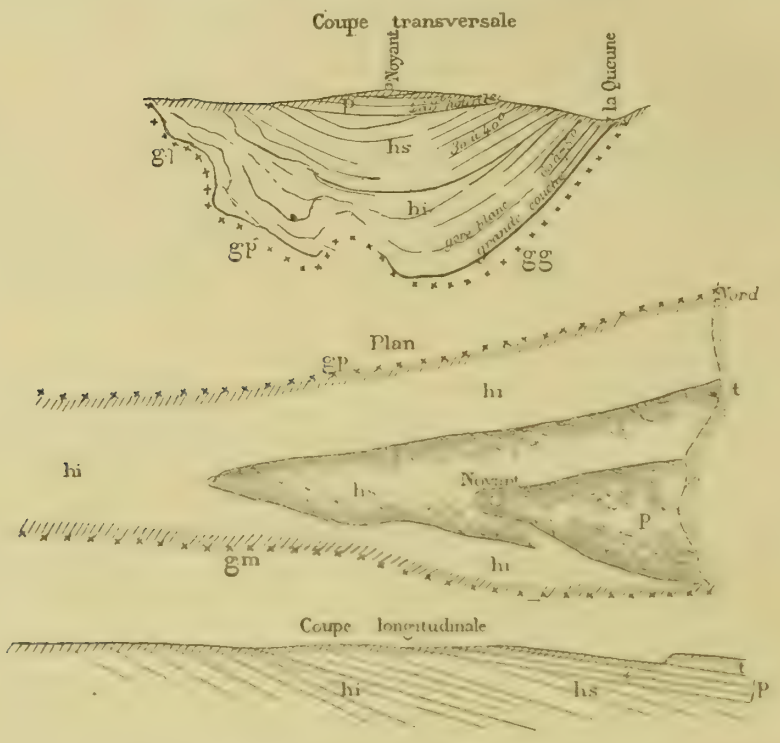
Concordance et subordination des dépôts.

La structure du bassin de la Queune soulève une question du plus grand intérêt, la concordance de stratification avec la subordination des étages, ou leur discordance et indépendance. A supposer que l'affaissement du sol, auquel est due l'accumulation des couches houillères sur d'énormes épaisseurs, ait été continu, la discordance de stratification témoignerait d'une interruption de dépôts proportionnelle à l'angle de déviation, de telle façon que plus les terrains seraient séparés dans le temps, plus ils seraient déplacés, l'un par l'un par rapport à l'autre, et indépendants.

Sous le bénéfice de cette observation, comme dans le bassin de Saône-et-Loire, les dépôts houillers et permiens se sont suivis sans interruption, ils sont concordants et dépendants, c'est-à-dire que le plus élevé entraîne la présence du dépôt inférieur, d'une manière à peu près certaine, là où la formation est assez puissante. Il n'en est pas de même à Graissessac où, s'il n'y a pas de discordance marquée entre le terrain

Figure 38.

Bassin de la Queune (Coupes et plan).



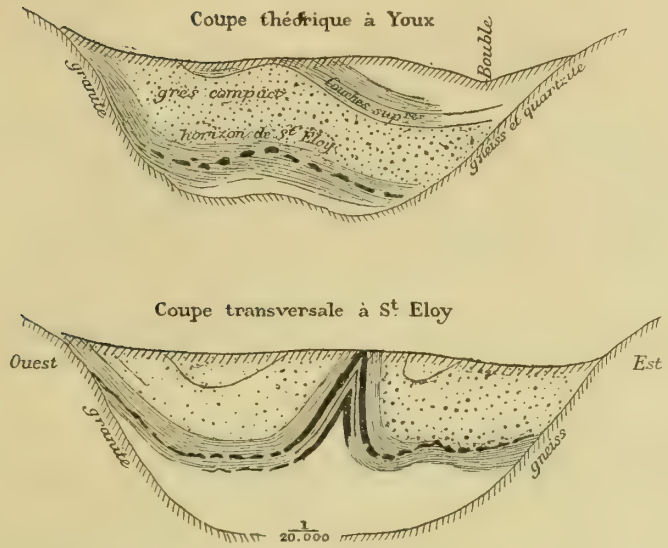
t, Trias (marnes irisées).	*gp*, granite pegmatite.
p, Permien.	*gg*, granite à grains fins.
hs, Houiller supérieur.	*gm*, granite et porphyre rouge.
hi, Houiller inférieur.	

permien et le terrain houiller, un temps trop considérable s'est écoulé entre le dépôt des deux terrains, pour que le plus récent entraîne, sur une étendue notable, la présence du plus ancien.

Bassin de la Bouble.

Tous nos bassins houillers ne présentent pas, à beaucoup près, les phénomènes d'encaissement, pendant la formation dont nous avons parlé ci-dessus. Celui de Saint-Éloy, en particulier, paraît bien avoir pris naissance dans une vallée originairement conformée, dont les bords ne se sont point relevés beaucoup, pendant et après les dépôts, par rapport au fond (voir fig. 39). Les couches de houille, buttant contre la paroi, seraient peut-être encore inconnues sans un pli en selle dû à une forte compression latérale qui les a fait affleurer dans l'axe du bassin. A l'Abbaye, par exception, un soulèvement de granite a remonté l'étage charbonneux inférieur fort aminci. Le système schisto-charbonneux supérieur ne paraît s'être formé que

Figure 39.



vers l'Est, ou pourrait bien ne pas s'étendre aussi loin que lui l'horizon de Saint-Éloi (voir la coupe à Youx, figure 39). Une coupe transversale, prise à la Burande, est de nature à prouver que la bande houillère, qui s'étend jusqu'à Champagnac, s'est généralement formée dans une vallée étroite, s'étant affaissée d'ensemble pendant les dépôts (car il y a des tiges enracinées à Saint-Éloy et au Chambon), toutefois, plus du côté Est que du côté Ouest, et n'ayant subi sa principale déformation que longtemps après la formation, sous l'effort d'une puissante compression latérale.

D'autres bassins présentent une disposition mixte, en ce sens que les couches n'ont été relevées et n'affleurent que sur une aile.

Bassins de Commentry, d'Ahun, de Communay.

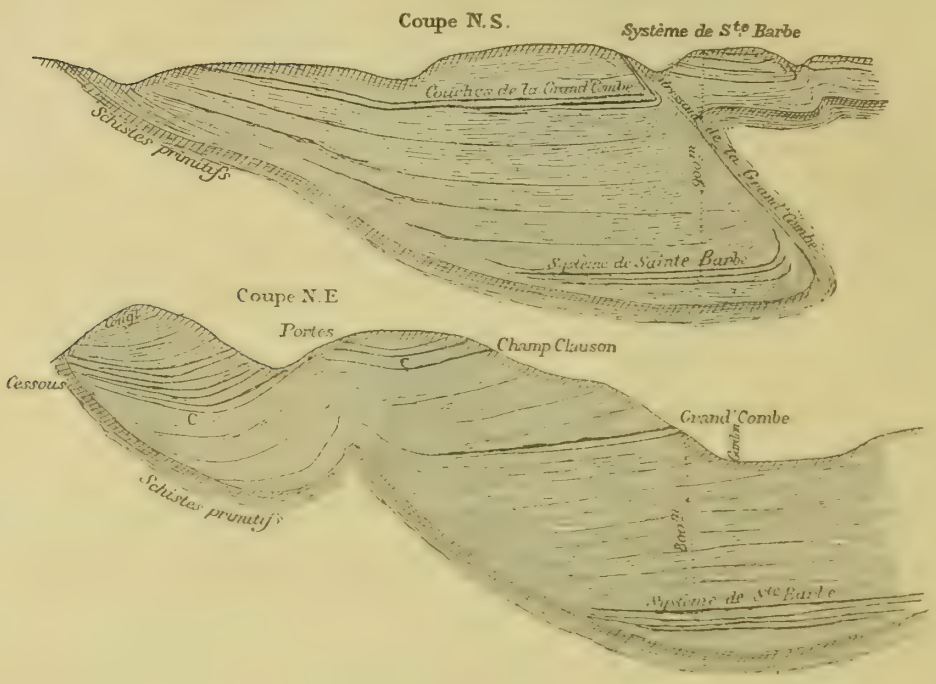
Tel est le cas du bassin de Commentry, dont les couches vont buter en profondeur, les unes après les autres, à une paroi qui devait former falaise pendant la formation. A Ahun, les couches n'affleurent, pour ainsi dire, que sur l'aile Ouest. A Communay, les couches, redressées au Sud contre les micaschistes, sont cachées, au Nord, sous des roches supérieures, par suite, je me figure, de l'affaissement final de la vallée de dépôt, de ce côté seulement (voir fig. 50).

Bassin du Gardon.

Le bassin du Gard a éprouvé différentes sortes de déformation ; je n'en signalerai que quelques-unes, renvoyant, pour tous les détails, à la paléontologie stratigraphique de ce bassin. Le Rouvergue, qui le partage presque entièrement en deux, a pris naissance et s'est modelé pendant la formation. Les limites actuelles du bassin du Gardon ne paraissent pas avoir été ébauchées à l'origine ; le bord Nord (fig. 40) s'est seulement dessiné après les premiers dépôts ramenés au jour par un soulèvement qui a cessé avant la formation de l'étage moyen. Le couronnement de l'étage supérieur, rejeté vers Portes (fig. 40), est à peine relevé par le Rouvergue, qui avait acquis tout son relief avant la fin de la formation houillère.

Figure 40.

Coupes schématiques du bassin du Gardon.



VI.

Pendant que la ligne de fond de dépôt des bassins se déplaçait parallèlement à elle-même, le centre de dépression cheminait sur l'axe, ce qui explique l'affleurement en fer à cheval des assises de quelques terrains houillers.

L'étude des déplacements des dépôts, paraissant devoir diriger les idées sur l'extension des étages, mérite que nous nous y arrêtions davantage et en examinions les modes principaux.

On comprend que la dynamique interne, en agissant sur des roches de nature et de résistance variées, ait donné lieu à des mouvements de direction et d'amplitude diverses. Le principal mouvement, que nous connaissons maintenant, est l'encaissement des vallées houillères ; celui qui vient en second ordre, et que nous allons décrire, est le déplacement du centre de dépression. Il en restera encore d'autres, plus ou moins subordonnés, qu'il nous importera d'examiner aussi, car ils sont de nature à nous rendre compte de la distribution des richesses et des ressources d'un bassin aussi compliqué que celui de la Loire.

MM. Gruner, Dorlhac, etc., ont supposé que les couches s'emboîtent et se suivent

dans toute l'étendue des bassins géogéniques. Nous allons montrer que la charpente géométrique de nos bassins est beaucoup moins simple.

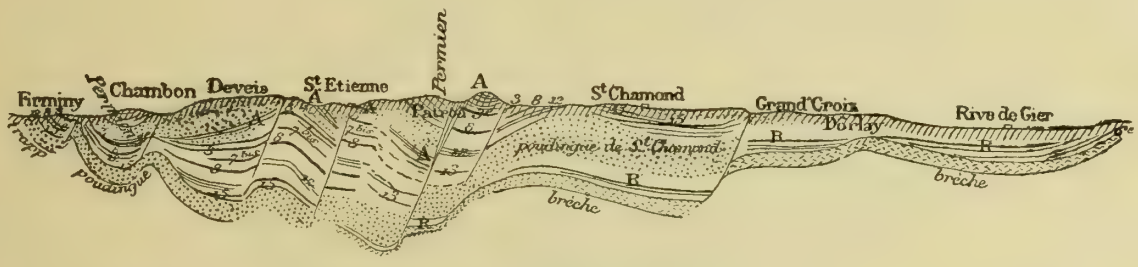
Nous venons de voir que, à Saint-Étienne et à Saint-Éloy, l'axe des vallées houillères se déplaçait parallèlement pendant la formation.

Exemples de cette disposition offerts : 1° par le bassin de la Loire.

A Saint-Étienne, l'affaissement maximum cheminait en outre sur l'axe, de manière qu'après avoir commencé à un bout du bassin les dépôts finissaient à l'autre extrémité, comme l'indique le schéma 41. En laissant de côté la bande houillère, qui s'étend de Tartaras à Givors, on voit la couche inférieure de Combeplaine se terminer à l'Ouest, là où commence, altérée, la Grande couche de Rive-de-Gier, comme si un soulèvement, survenu à Combeplaine après la formation de la première couche, eût empêché les dépôts supérieurs de s'étendre de ce côté.

Figure 41.

Coupe longitudinale théorique du bassin de la Loire.



Échelle 1/60,000.

Pendant longtemps, on a cru que le système de Rive-de-Gier s'avance jusqu'à l'extrémité Ouest du bassin. La paléontologie stratigraphique prouve que ses affleurements ne dépassent pas Saint-Chamond, au Sud, et l'Angonan ou Ratarieux, au Nord. Les grattes de Saint-Chamond, entourant comme d'une ceinture tout le système stéphanois, dépassent de beaucoup, à l'Ouest, les limites probables du système de Rive-de-Gier. Les tiges debout ne permettent pas de douter qu'après la formation de Rive-de-Gier le bassin de dépôt ne se soit retiré, vers Saint-Étienne, jusqu'à Firminy, par suite d'un mouvement constant d'affaissement de ce côté.

2° Par le bassin de Sainte-Foy.

Le bassin de Sainte-Foy-l'Argentière offre une disposition analogue, expliquant pourquoi le puits, foncé par M. Mangini, n'a pas trouvé les couches qui ne s'avancent pas loin vers l'Ouest ; elles buttent au terrain primitif sous l'étage stérile.

3° Par le bassin d'Autun.

Dans l'Autunois, la couche multiple d'Épinac forme croissant à l'extrémité Est, où le bassin géogénique ne paraît pas avoir été fermé ; elle est recouverte d'un puissant étage stérile, qui entoure les schistes bitumineux au Sud d'Autun, où ne parvient certainement pas la couche d'Épinac. Ces schistes, reposant en discordance de stratification sur des lambeaux de Culm, au Nord, débordent, à Ygornay, sur les couches supra-houillères.

4° Par le bassin de Langeac.

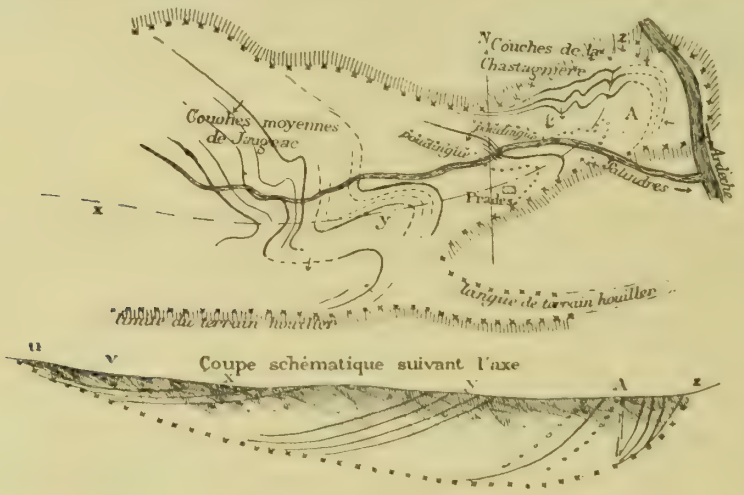
Le bassin de Langeac offre une structure semblable : les couches de la Chalède, passant au-dessus des Meulières, paraissent se retrouver à la Vorède, et les couches supérieures se restreignent, de plus en plus, vers la pointe du bassin, à Marsanges, où elles reposent, en grande partie, sur le terrain primitif.

5° Par le bassin d'Aubenas.

La petite carte (fig. 42) du bassin d'Aubenas montre, en affleurement, les trois systèmes de couches de Jaugeac, du Centre et de la Chastagnière, disposés en arcs ouverts, comme les dépôts de certains fleuves. Le puits A a touché la brèche avant les couches de la Chastagnière; les couches inférieures ne sont représentées, à l'Ouest de la ligne $\alpha\beta$, que par du grès noirâtre, et, en profondeur, que par des lentilles dans un terrain irrégulier; les couches moyennes n'ont donné de bons résultats qu'au sommet des courbes; elles sont inexploitables sur les branches Nord et Sud, qui vont mourir amincies au bord du bassin. La ligne de fond se dessine très bien suivant *u v x y z*, et le retrait des dépôts de *z* vers *u* est la conséquence du soulèvement de la partie Est, pendant la formation.

Figure 42.

Plan d'ensemble du bassin d'Aubenas et de ses affleurements importants.



Échelle 1/60,000.

6° Bassin de Brassac.

A Brassac, les couches buttent en biais au terrain primitif, par suite de mouvements encaissants transgressifs à la conformation primordiale du bassin géogénique. Les travaux de recherches, faits récemment, ont, en effet, démontré que la butte de Lugeac, ébauchée dès l'origine, suivant une direction N.-S., n'a pas dérangé le cours régulier des assises supérieures vers le Sud-Est.

7° Bassin de la Vendée.

J'ai rattaché au Culm, dans le bassin de la Vendée, les couches de Saint-Laurs, et au terrain houiller moyen celle de Faymoreau. M. Richarme, maître de verreries,

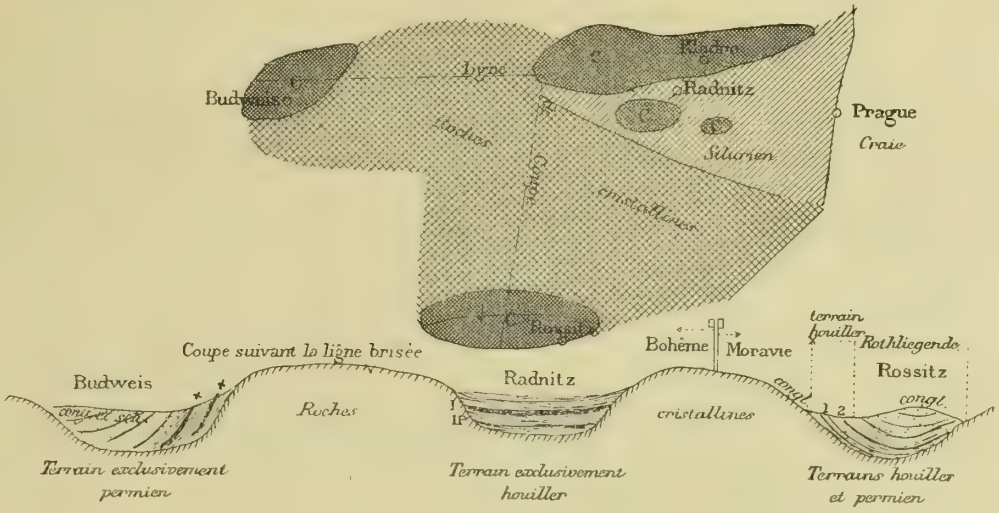
qui fait des recherches plus au Nord, m'a adressé des fossiles qui appartiennent au terrain houiller supérieur. On a alors, dans la Vendée, l'exemple d'un bassin houiller d'une très longue durée, quoique, nulle part, avec une grande épaisseur, à cause de la disposition en retrait des dépôts vers le Nord, où n'existent sans doute que les couches les plus récentes.

Bassins du Centre de la Bohême.

Dans le Centre de la Bohême, d'après ce que m'a dit M. Stur, les bassins houillers se sont formés isolément, comme les nôtres; toutefois, celui de Radnitz s'est déposé dans un lac intérieur; le terrain y est, pour ainsi dire, resté horizontal; les couches de houille n'affleurent pas. Mais ce qui frappe dans le diagramme (fig. 43),

Figure 43.

Bassins carbonifères, isolés, limités et indépendants du Centre de la Bohême.



+ Houille avec flore permienne et Poissons.

P, Couches de houille n'affleurant pas.
1 et 2, Couches de houille.

c'est que le massif primitif, en se soulevant, a éloigné de son centre les dépôts permiens par rapport aux dépôts permo-carboniques; c'est là un fait remarquable par la symétrie qu'il présente.

A Sarrebruck, le Nouveau grès rouge s'est déposé au Nord du bassin seulement.

VII.

Des mouvements d'encuvement locaux, des arêtes de rebroussement, seuils et failles contemporains des dépôts ont, de concert avec les courants, compliqué la structure de nos bassins houillers.

Du moment que, pendant leur formation, les bassins houillers ont éprouvé des

mouvements d'encaissement considérables, on peut s'attendre à ce que ceux-ci, formés d'oscillations inégales, en rapport avec la résistance variable du sol, la direction et la puissance des efforts, aient produit des déformations locales, ayant tendu, comme nous verrons au paragraphe suivant, à décomposer certains bassins en sous-bassins ou districts de gisement, qui ont chacun une physionomie particulière, avec des roches et même parfois des fossiles différents de l'un à l'autre. Qui n'a fait la remarque, à Saint-Étienne, que les districts de Beaubrun et de la Béraudière, bien que voisins et synchroniques, diffèrent autant que deux dépôts d'âges différents.

Preuves d'oscillations très inégales d'un point à un autre du même bassin.

Il nous reste à démontrer qu'il y a eu des oscillations d'amplitude variable, d'un point à un autre, encore que continues dans le même sens, soit pendant toute la formation, soit pendant une partie de sa durée.

Comme moyen d'information, nous nous adresserons aux régions du bassin qui se sont beaucoup plus enfoncées que d'autres, pendant le même laps de temps. Les tiges enracinées étant très répandues, on peut tenir pour certain que, entre deux niveaux géologiques que les fossiles parallélisent, là où il y a plus d'épaisseur de terrain, là aussi s'est produit l'enfoncement maximum. C'est ainsi que, pendant la formation du système stéphanois, qui a environ 1000 mètres de puissance autour de Saint-Étienne, l'affaissement n'a été que de moitié à la Malafolie, où le dit système n'a que 500 mètres d'épaisseur (voir Pl. I et fig. 41). Comme à la Malafolie, la 8^{e} est réunie aux petites couches, le faisceau des 8^{e}, 9^{e}, 10^{e}, 11^{e} et 12^{e} y a une puissance très réduite de 100 mètres, au lieu de 300 à 400 mètres à Roche-la-Molière. D'autre part, la distance, qui sépare la 7^{e} de la 8^{e}, de 500 mètres à la Chana, de 250 mètres à Beaubrun, de 200 mètres au Treuil, de 150 mètres à Villebœuf, de 60 mètres à la Malafolie et de 300 mètres au moins à la Ricamarie, est la mesure de l'affaissement du sol de dépôt, en ces divers endroits, pendant la même période de temps. L'affaissement a été généralement très inégal le long de la lisière Sud, considérable à la Ricamarie par rapport à Montrambert, faible à la Varizelle par rapport à Saint-Chamond, etc..

Il ne faut donc pas partir de l'équidistance des couches, et s'en servir comme d'un principe, pour faire des rapprochements de coupes ; on risquerait de commettre les plus grandes erreurs, dont la moindre a été de prendre la 15^{e} pour la 14^{e}, au puits Mars de Méons.

Aux époques de grandes perturbations, les encuvements locaux ont pu être très limités dans l'espace, parfois à des falaises ou berges fortement inclinées ; car, à examiner le terrain de recouvrement du bassin de la Loire, il est permis de supposer que ses contours et son fractionnement ont été déterminés par le mouvement et les failles qui ont préludé à sa formation.

Dans le Gard, les mouvements contemporains de la formation du terrain houiller

ont subdivisé et déplacé, d'une manière très remarquable, le bassin géogénique, au milieu et, surtout, à la fin des dépôts.

C'est aussi aux mouvements qui ont mis fin à la formation des grattes de Saint-Chamond, que je crois pouvoir rapporter les soulèvements qui séparent la Malafolie de Montrambert, Unieux de Roche-la-Molière, etc., car, les couches de houille inférieures ne s'y sont pas formées.

Les mouvements locaux ont produit des effets variés.

Seuils. L'un des plus caractéristiques est le seuil du Dorlay qui, ayant partagé le bassin de Rive-de-Gier en deux cuvettes (fig. 41), a empêché la Bâtarde, et même la Grande couche, de se former entièrement entre Grand'Croix et Lorette.

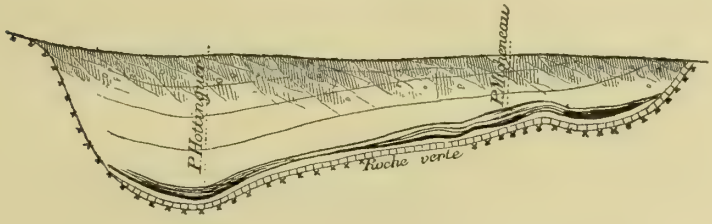
Le bassin de Saint-Gervais est séparé de celui de Graissessac par un seuil stérile, ou tout au moins très pauvre, qui change, si l'on peut dire ainsi, le charbon en anthracite et fait disparaître les empreintes végétales avec les schistes.

Le Peychagnard offre tant de différences avec la Motte d'Aveillant que leur isolement actuel a dû commencer pendant la formation de ces deux districts, lesquels, bien que très voisins, n'ont pu être identifiés que par une seule des couches du bassin de la Mure (Isère).

Bourrelets. La couche d'Épinac, parallèle au terrain primitif et buttant, amincie, aux parois abruptes du bassin de dépôt (fig. 44), est interrompue ou très oblitérée sur certai-

Figure 44.

Coupe oblique du bassin d'Épinac.



Echelle 1/40,000.

nes saillies du fond, où elle ne s'est pas formée comme dans les intervalles.

Le plateau de Lacombe, à Grand'Croix (Loire), dont nous avons parlé (p. 53), est dans le même cas; ainsi qu'à Ronchamp, les levées de terrain de transition, parallèles aux Ballons E. 15° S., sur lesquelles ne se sont pas formées les couches de houille qui s'altèrent à leur approche par un effet de dépôt évident.

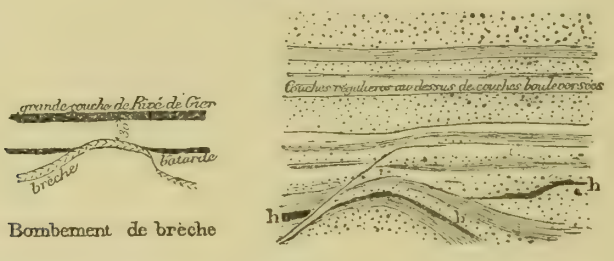
A Kladno, Bohême (1), la base du terrain houiller présentait aussi des saillies, de chaque côté desquelles se sont distribués les premiers sédiments.

(1) *Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt,* XII, 465, Pl. II.,

Protubérances du fond.

Les couches, rapprochées du fond des bassins présentent, de la sorte, presque toutes, quelques solutions de continuité, occasionnées par des seuils ou bourrelets, ou même des protubérances antérieures à leur formation, comme il s'en trouve une entre Égarande et les Verchères, sur laquelle passe la Grande couche, mais à laquelle butte la Bâtarde, ainsi que l'indique la figure 45. Ce genre d'accident n'est

Figure 45.



Bombement de brèche

pas sans analogie, comme cause et comme forme, avec les bosses et ondulations beaucoup plus faibles que présente le mur de certaines couches de houille.

Arêtes de rebroussement.

L'affaissement, dans un espace restreint, a pu engendrer des arêtes de rebroussement, ou lignes neutres, que des compressions latérales ont même pu soulever par contre-coup.

Dans l'Aveyron, la houille forme à Bouquiès, si je suis bien renseigné, de grandes lentilles plus ou moins complètement fermées, amincies sur les bords relevés, où les roches sont plus schisteuses, les schistes plus gras et les strates plus rapprochées, de manière à faire penser que les couches se sont déposées dans des bas-fonds de cuvettes plus ou moins isolées, que séparaient des saillies anticlinales. En se reportant à la figure 46 qui m'a été remise, on voit des rebroussements r et r' beau-

Figure 46.

Coupe schématique des couches d'Aubin, suivant la ligne de faîte séparative de Combes et de Cransac (Aveyron).

coup plus accentués en bas qu'en haut, et dénonçant des mouvements, en partie antérieurs à la Grande couche, puisqu'elle n'est pas sensiblement affectée par le rebroussement r; les dépôts ne sont pas les mêmes de part et d'autre.

A Saint-Étienne, je ne connais, en fait de rebroussement, que celui existant entre le Parterre et le Château, orienté N. 45° E., comme le ruisseau de Janon (voir fig. 33); il sépare des couches synchroniques difficiles à identifier et même à paralléliser; au Château, le charbon est moins pur, et le faisceau des couches est recouvert de grattes micacées, tandis qu'au Parterre il est couronné de grès quartzo-feldspathiques; il pourrait donc se faire que les différences, qui s'accroissent en haut, tiennent aux apports différents de deux cours d'eau, autant qu'à une barre séparative des dépôts dans les deux régions.

Lorsque l'on considère le soulèvement Est-Ouest de Polignais, qui sépare, au Nord et au Sud, des dépôts contemporains si dissemblables que l'on a douté de leur identité jusqu'à ce que l'on ait passé d'une région à l'autre, par la Grande couche (3^{e}), on se sent porté à admettre, en vertu de l'analogie, que ce soulèvement, accompagné de rebroussement, date, en partie, de la formation de ces dépôts.

FAILLES CONTEMPORAINES DES DÉPOTS.

Nous avons, en outre, la preuve que des rejets, beaucoup plus sérieux que ceux signalés à l'occasion des couches de houille (*ante*, page 52), se sont formés ou ont commencé à se former pendant les dépôts.

L'accident de cette espèce, le plus significatif de tous, est celui de la Péchoire, (fig. 15, p. 53); il se compose de deux rejets : l'un a arrêté le dépôt de la couche inférieure au point A; l'autre a rejeté cette dernière sans la couche moyenne qui est seulement amincie. Les ressauts et rejets sont parallèles à la ligne de séparation subite des deux couches et à la division qui se produit plus au Nord, dans la Grande couche; ils se rattachent, d'ailleurs, aux mouvements d'encuvement que nous avons signalés en cet endroit; nous ferons encore remarquer que la cassure de ces sortes d'accident est nette, comme si elle était due à une secousse, plutôt qu'à un effort constant, s'étant exercé sur une roche moyennement dure.

Au puits Guétat de Rive-de-Gier, des ondulations brusques s'étant produites entre le dépôt de la Bâtarde et celui de la Grande Couche, on a constaté une couche continue au-dessus d'une autre brisée; l'intervalle, entre les deux, varie dans le rapport de 1 à 10. C'est un fait général, à Rive-de-Gier, que la Bâtarde a plus de crains que la Grande Couche, et la Bourrue que la Bâtarde. Le terrain offre, d'ailleurs, d'autres témoignages de mouvements pendant la formation; ainsi, à la Faverge, les strates sont beaucoup plus dérangées en profondeur qu'à la surface, et sur le soulèvement du Dorlay, les couches sont régulières au-dessus de couches

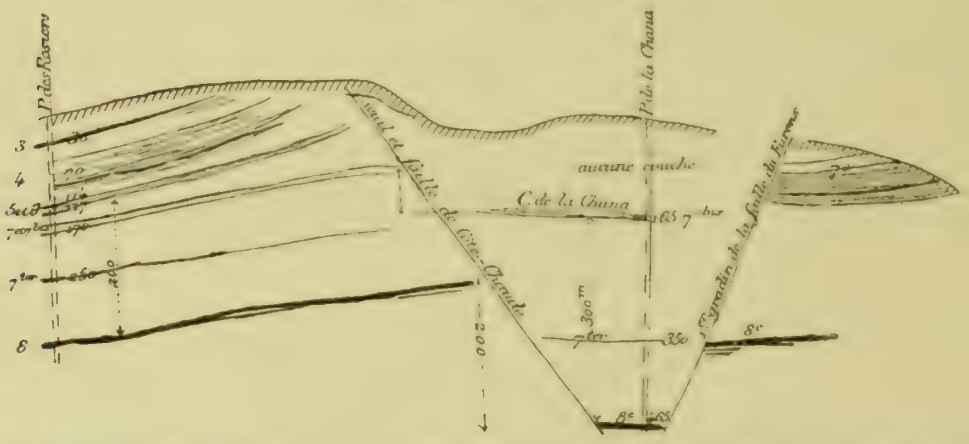
(1) M. Geinitz a signalé, en Saxe, une faille qui s'est produite à l'occasion de l'éruption du Kohlen-porphyre, dans le dépôt houiller de Flœha.

bouleversées. La figure 45 représente un cas particulier de ces sortes de discordances de stratification.

La faille de Côte-Chaude paraît se rattacher à un seuil, qui se serait soulevé à pente douce du côté de Saint-Étienne, et aurait formé un escarpement au Nord, ayant ainsi séparé deux régions où les dépôts se sont produits avec des épaisseurs très différentes au-dessus de la 8e (fig. 47). Nous avons vu, au quartier Gaillard, que les couches supérieures se rapprochent considérablement au Nord, où dominent les schistes, tandis que derrière la faille de Côte-Chaude, où domine le grès, il y a 100 mètres de plus, entre la 7e et la 8e, qu'au puits des Rosiers, si, comme cela me paraît certain, d'après les fossiles, la couche de la Chana correspond aux 7e et 7e *bis*. Vers l'Ouest, cette faille, qui rejette toujours considérablement la 8e, dénivelle beaucoup moins la 7e *bis*; elle est donc contemporaine des dépôts, du moins en partie. La faille de Côte-Chaude paraît, en effet, se rattacher au mouvement d'enfoncement qui s'est produit après le dépôt de la 8e, le double plus fort à Roche-la-Molière et à Villars que partout ailleurs ; l'intervalle de 250 mètres, qui sépare, au Treuil, la 3e de la 8e, approche de 500 mètres au N.-O. du bassin.

Figure 47.

Dualisme de la faille de Côte-Chaude.



Il est aussi très probable, pour ne pas dire certain, que la faille de la République s'est dessinée peu après la formation de la 13e : par la coupe qu'en donne M. Gruner (Atlas, Pl. IX), il n'est pas bien difficile de juger qu'elle ne s'est augmentée postérieurement que du relèvement des petites couches. L'impossibilité d'admettre, au Nord du Cros, une érosion égale à la puissance qu'ont les couches supérieures à la 15e, au Sud de la dite faille, a conduit M. Gruner à la même conclusion (2e partie, 255).

Ces grandes failles se coordonnent aux mouvements d'affaissement; celle de Barlet a dévié les courants ; à part le substratum, les dépôts ne l'ont pas dépassée au Sud (voir fig. 32, p. 117).

VIII.

Le Bassin de la Loire se subdivise en sous-bassins ou systèmes de gisement ayant chacun une physionomie particulière.

On a vu les modifications et les irrégularités de dépôt des couches de houille. Elles ne se sont pas produites au hasard d'une sédimentation désordonnée ; car se faisant sentir suivant certaines zones, dans toute une série de couches superposées, elles sont en rapport avec le mécanisme de la formation.

Or, les lignes d'altération séparent des panneaux plus ou moins étendus, ayant chacun des caractères particuliers. C'est ce qui a fait appeler, par Beaunier, systèmes de gisement, les différents districts miniers des environs de Saint-Étienne, et ce qui fait encore dire, non sans quelque raison : bassin de Roche, bassin de Latour, bassin de Montrambert, etc. Burat a aussi subdivisé le bassin de Blanzy en sous-bassins.

M. Gruner, ayant abouti par un chemin différent à des conclusions, touchant l'affaissement, qui ne sont pas sans ressembler aux miennes, a été amené à l'idée que ce phénomème s'est produit entre failles longitudinales et transversales, contemporaines des dépôts. Dans ce cas, les systèmes de gisement, auxquels M. Gruner ne croyait sans doute pas, puisqu'il n'en dit rien, seraient circonscrits par des failles. Ce n'est pas ce qui ressort des descriptions suivantes, qui complètent ce que je sais de l'histoire de la formation du Bassin de la Loire. Je suppose, comme toujours, chaque fois qu'il s'agit de ce bassin, que le lecteur a présent à l'esprit et devant les yeux le texte et les planches de la *Topographie souterraine* de M. Gruner.

Après la formation des grattes de Saint-Chamond, le fond du bassin présentait des dépressions locales, qui nous sont révélées par la distribution des couches inférieures. Par suite des mouvements orogéniques qui ont changé le régime sédimentaire, la distribution des couches de Saint-Étienne n'est pas conforme à celle des dites grattes et l'on peut s'attendre à voir affleurer le long de ce nouveau substratum des couches de houille très différentes d'un endroit à l'autre de la lisière du bassin.

Bassin de Saint-Chamond.

Les couches inférieures de Saint-Étienne remplissent, à Saint-Chamond, un fond de bateau dont le centre de dépression, qui était primitivement au Parterre, s'est porté vers l'Horme, où le système charbonneux est recouvert d'une puissante formation stérile, limitée au ruisseau l'Ozon. Le fond de bateau s'étendait, au Nord, jusqu'à Chavannes, mais non jusqu'à la Chazotte, borné qu'il était, de ce côté, par les poudingues soulevés que recoupe la route en remontant l'Angonan jusqu'à la Guinguette (1). Il est probable que le bassin de Saint-Chamond était aussi limité, du côté

(1) Au bout de ces poudingues relevés, il paraît possible d'atteindre, à une assez faible profondeur, probablement dans toute sa plénitude, le système de rive-de-Gier qui affleure, plus au Nord, à la Poizatière, sous la forme d'un bord de dépôt.

de Saint-Jean-Bonnefonds, où le substratum devait être soulevé, car le puits Saint-Hubert a perdu le terrain productif, au niveau de la 13e, et a pénétré dans les grattes, 300 mètres avant qu'on ne s'y attendit. Le bassin de Saint-Chamond se décompose, d'ailleurs, en compartiments par des accidents qui changent les couches, comme on dit, et qui doivent correspondre à des zones où les dépôts se sont différenciés tout le temps, soit par suite de mouvements du sol ou d'une distribution particulière des cours ou courants d'eau pendant la formation.

Sous-bassin de la Chazotte.

Dans tous les cas, ce bassin paraît bien avoir été séparé, dès l'origine, de celui de la Chazotte. Le centre de celui-ci, qui était tout d'abord à Beuclas, où s'est bien développée la 16e, s'est déplacé, du Nord au Sud, avant de recevoir les 15e et 14e. Ces couches s'oblitèrent, du côté de l'Ouest, aux Roches et, du côté de l'Est à Chanay; elles se rapprochent entre Méons et Reveux (1), où un haut fond paraît avoir tendu à isoler le bassin de la Chazotte de celui de Saint-Étienne, du moins en ce qui concerne les couches inférieures; car, la 13e et les couches supérieures ne participent pas au dit rapprochement. L'augmentation de la distance entre la 14e et la 13e et l'écartement des bancs de la 13e (2) vers le Fay semblent indiquer que là s'est continué l'affaissement, et se sont finalement concentrés les derniers dépôts de ce sous-bassin.

Bassin de Saint-Étienne.

Autour de Saint-Étienne, s'étend le bassin principal, où la 13e a son plein développement. On ne connaît pas l'extension, vers le centre de ce bassin, de la 15e; mais, il est probable qu'elle en occupe le fond, car on la retrouve, avec les mêmes fossiles et les mêmes roches, à Firminy, et les 9e à 12e débordent sur elle, plus loin, à Unieux; la même couche n'affleure pas non plus du côté de Roche-la-Molière, ni à Villars, où elle est probablement cachée sous la 13e qui, à de rares endroits, apparaît comme la couche la plus inférieure (voir figure 36, p. 140); cette couche, elle-même, n'affleure pas entre Roche et Firminy; elle passe sous les petites couches (9 à 12) qui occupent la lisière Ouest.

Ces dernières couches dessinent le pourtour Nord du bassin de Saint-Étienne, jusqu'au-delà de Saint-Jean, où elles atteignent le bord Sud-Est; mais, non plus que la 8e, elles n'affleurent à Bellevue, au Sud de Saint-Étienne; c'est tout au plus si, dans l'intervalle, à Terrenoire, parvient la 8e, relevée à l'état d'une veine peu distante des couches du système moyen représentées, elles aussi, par des filets et des parties schisteuses. La limite de formation des couches moyennes est partout en retrait vers Saint-Étienne. Mais au Sud de Villebœuf, elles s'oblitèrent, comme au Nord du Quartier Gaillard, où les couches supérieures se rapprochent, de sorte

(1) A Méons, la 15e est rapprochée de la 13e, à Reveux la 14e n'en est qu'à 32 mètres et la 12e qu'à 60 mètres. Au puits Frotton, la 14e est si rapprochée de la 13e, qu'on a pu supposer la première n'être que le banc inférieur de la seconde.

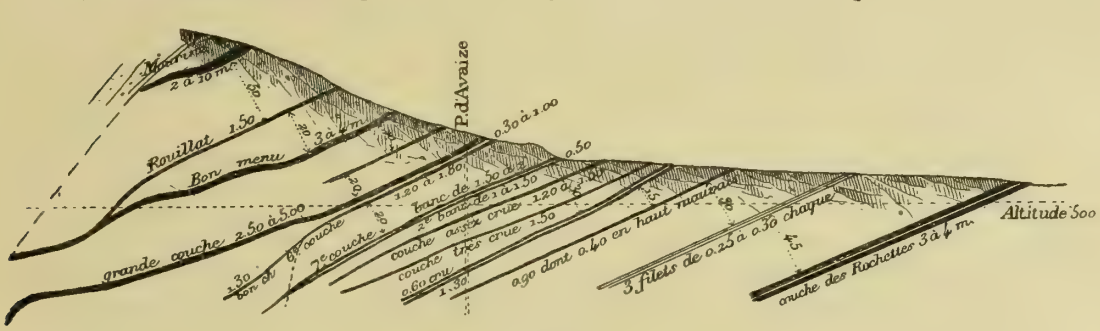
(2) A Chanay, la distance qui sépare la 14e de la 13e est de 42 mètres et, au Montcel, de 120 mètres.

que celle des Rochettes, réduite à l'état d'un simple filet de charbon, n'est plus qu'à 60 mètres de la 3e; il est probable aussi que, au Treuil, elles ne se sont pas formées beaucoup plus loin que leurs affleurements amincis et altérés. Les 1re et 2e ne dépassent pas le Clapier, vers le Nord; par contre, elles s'épaississent, ainsi que toutes les autres, à Beaubrun où est le centre d'enrichissement.

La série d'Avaize (figure 48), qui ne s'étend pas, vers l'Ouest, plus loin que Montrambert et n'atteint même pas Montsalson, affleure à la Chauvetière et s'avance au Sud de Saint-Étienne, beaucoup plus loin que la 3e; les couches inférieures de cette

Figure 48.

Coupe de la série d'Avaize par l'axe de la galerie de 133 mètres du puits d'Avaize.



Échelle 1/5.000.

série s'améliorent du Nord au Sud et, de même que les couches supérieures de la même série, se rapprochent et paraissent devoir se réunir au bord Sud et se prolonger jusqu'à la Palle, à une profondeur que nous verrons ne pouvoir être bien grande.

Quant au couronnement de la formation, il paraît, au contraire, avoir été rejeté plus au Nord, par suite d'un grand soulèvement du bord Sud, ayant eu pour contre-coup (voir figure 54) un affaissement considérable le long de la faille de Villebœuf qui a limité le dépôt. Aussi, le couronnement de grattes quartzo-micacées est-il en discordance de stratification avec le terrain houiller stéphanois, comme celui-ci avec son substratum.

En laissant de côté la série d'Avaize, et surtout le terrain de couronnement, les couches du bassin de Saint-Étienne, tel que nous l'avons circonscrit, s'emboîtent parallèlement, conservant leurs distances et leurs caractères. Toutes les parties s'entraînent, malgré les failles qui les dénivellent, et se coordonnent dans un système indivisible au point de vue qui nous occupe.

C'est plutôt dans la partie Ouest du Bassin de la Loire que se dessinent les systèmes de gisement.

Il y a déjà des différences entre le Treuil et Beaubrun et, surtout, le Quartier Gaillard qui s'individualise davantage; mais elles sont d'un ordre secondaire et, à

part quelques fossiles particuliers à Beaubrun et à Villebœuf, il n'y a pas lieu de séparer les deux gisements disjoints par la faille du Furens. La 8e se poursuit sans changement jusqu'à Montsalson, où les dépôts supérieurs deviennent tellement irréguliers qu'on ne saurait les considérer comme appartenant au même système de gisement que les couches inférieures du même endroit ; les mouvements, qui se sont produits après la formation de la 8e, semblent y avoir isolé le dépôt des couches du système moyen.

Sous-bassin de Villars.

A la Chana et à Villars, la 8e se présente comme à Montaud. Mais les 9e à 13e, qui sont rapprochées et abâtardies à la Terrasse, comme à une ligne côtière, occupent un golfe limité, à l'Ouest, par le relèvement des grattes micacées, contre lesquelles les couches s'altèrent, et, à l'Est, à la faille du Furens prolongée. Après la formation de la 8e, le soulèvement du seuil de Côte-Chaude a détaché le bassin de Villars de celui de Saint-Étienne.

Au Haut-Cluzel, la 8e, par les fossiles, et les 9e à 12e se rattachent au système de Roche-la-Molière.

Bassin de Roche-la-Molière.

Dans ce district, les couches, plus séparées qu'ailleurs (voir la petite carte, Pl. VI), sont bien meilleures au Sud qu'au Nord (1), où elles s'amincissent, se subdivisent, deviennent pierreuses ou nerveuses, en même temps que les roches prennent un ton plus gris ; les grès gratteux disparaissent et les schistes ont plus de développement (2), en s'approchant de la faille de Landuzière qui a limité les dépôts du côté Nord. Du côté opposé, les couches se subdivisent de nouveau et deviennent, tout au moins, irrégulières au pied du Bois-de-la-Garde qui paraît avoir circonscrit le bassin au Sud, où dominent les schistes.

A la Roare, le faisceau charbonneux de Roche se présente tout à coup avec de nouveaux caractères : les couches se rapprochent toutes en profondeur et la 8e des petites couches qui se réduisent, à Bichizieux, à quelques mauvais bancs de charbon. Le 8e, à la Roare, est à 40 ou 50 mètres du Petit-Moulin et, à Roche-la-Molière, à 225 mètres. Le district de la Roare paraît s'être distingué du bassin de Roche bien avant le dépôt de la 8e.

Bassin de Montrambert.

Le district de Montrambert a dû se former dans des conditions spéciales, et il y a même lieu de croire que le gisement de la Béraudière s'est déposé sans liaison complète avec celui de Montrambert, dont il est séparé par la faille des Maures. A la Béraudière, toutes les couches ont leur maximum de puissance, en amont de la région de Saint-Joseph ; en aval pendage, elles se rapprochent ; la 3e Brûlante tend à se réduire à son banc principal ; du côté Nord, la Grande couche et la couche

(1) Ainsi le Petit-Moulin, qui se divise, comme le Sagnat, à partir d'une ligne E.-O., n'est exploitable qu'à l'affleurement et au puits du Sagnat.

(2) Tout ensemble, les empreintes de feuilles diminuent, les Fougères disparaissent, il ne reste bientôt plus que des Sigillaires couchées ; la dernière tige debout est une Calamites, trouvée au toit du Péron, à 200 mètres de profondeur.

des Littes se terminent à une zone stérile, dirigée Est-Ouest, qui sépare le district en question de celui de Beaubrun ; au Sud, contre une turgescence de terrain primitif, dont le soulèvement a renversé les couches, la disparition du charbon, l'augmentation du schiste et le mélange des roches micacées, tout annonce une fin de dépôt ; entre le puits Courbon et la Petite-Ricamarie, les couches se terminent, de même en coin, rapprochées, la 1re et la 2e Brûlantes confondues et schisteuses. A Montrambert, les couches convergent beaucoup, avons-nous dit, à l'Ouest et s'altèrent, de ce côté, en profondeur : les 3e et 4e Brûlantes s'amincissent et se schistifient, la couche des Littes disparaît après la première crue, ainsi que la couche des Trois-Gores ; et, finalement, la couche des Littes et ses satellites effilés se perdent dans un terrain schisto-charbonneux. Cet amincissement, combiné à la disparition des couches, n'est que monentané ; car, la 3e a été retrouvée au-delà, au puits Sainte-Marie de Chambon, à 600 mètres de profondeur avec sa qualité hors ligne, accompagnée de ses belles roches. Le bassin, dont nous parlons, paraît avoir été limité, au Sud, à une falaise qui s'accorde avec les lignes du relief actuel du sol, dont l'ébauche serait, par suite, aussi ancienne que la formation houillère.

Bassin de Firminy.

Le bassin de la Malafolie, qui s'est creusé en amphithéâtre, est parfaitement limité du côté du Chambon, et il est douteux qu'il donne la main à celui de Montrambert. C'est à la fois dans la région des puits Adrienne, Monterrad et du Ban, au centre du bassin, que les couches sont le plus épaisses et meilleures ; à l'Est, elles deviennent toutes schisteuses et disparaissent en se rapprochant, séparées par des strates de plus en plus schisteuses, entre lesquelles s'introduisent des roches micacées : la couche du Soleil est déjà schisteuse au puits Chapelon ; la Grande couche devient inexploitable à l'est du puits Adrienne ; les autres s'avancent un peu plus loin avant de s'amincir. D'un autre côté, au Nord-Ouest, à la Barge, les couches s'amincissent, se rapprochent et s'altèrent également, comme si elles se terminaient de ce côté, auquel cas, le bassin de Latour se serait formé isolément dans un petit fond de bateau limité, à l'Est, à l'inflexion par laquelle a commencé la faille du Breuil ; au bord Sud-Ouest de ce petit bassin, les couches tendent à se réunir toutes, comme nous l'avons dit page 16.

Le faisceau de Combe-Blanche se relie mal à celui de Latour ; ses cinq couches, représentant les 8e, 9e, 10e, 11e et 12e, s'effilent, se rapprochent, le charbon devient en même temps schisteux sur le bourrelet de grattes qui affleure dans l'intervalle. Les mêmes couches, brouillées au Nord et à l'Ouest, se prolongent, formant une étroite bande charbonneuse, jusqu'aux Girards, où parvient une seule couche de charbon froissé à l'extrémité d'une petite vallée de dépôt, située derrière le soulèvement de Fraisse.

Enfin, à Montessu, la 15e occupe une petite cavité fermée, dans laquelle les deux couches existantes sont plus pures au centre qu'au bord et meilleures au Nord qu'au Sud ; à l'affleurement, dominent les schistes qui descendent dans le charbon

suivant la pente, d'une manière significative, indiquant que la dite cuvette a toujours été isolée.

Limites des systèmes de gisement.

De ce qui précède, il découle que la formation houillère s'est parfois différenciée dans des encuvements locaux, limités à des soulèvements séparatifs près desquels les eaux ralenties laissaient se déposer l'argile et le schiste. Entre les systèmes de gisement, ou sur leurs confins, les dépôts sont le plus souvent très irréguliers, le schiste gras, avec peu d'empreintes, beaucoup de carbonate de fer en boule, dénotant des eaux peu profondes et agitées.

Ces zones brouillées contribuent, plus que les failles, à partager le bassin en panneaux distincts. Aux unes et aux autres se coordonnent les serrées, érosions et autres accidents stratigraphiques des couches de houille.

Intérieur des cuvettes de dépôt.

Dans l'intérieur des cuvettes, le grès domine, et toutes les couches s'épaississent; le charbon est en plus grande quantité et meilleur, les dépôts sont réguliers et les roches plus dures.

La différence est très marquée à Rive-de-Gier, où toutes les couches deviennent minces à l'affleurement.

D'après cela, on peut formuler la règle suivante : lorsque les couches de houille sont meilleures à l'affleurement qu'en profondeur, les érosions en ont détruit une grande partie, comme à Montrambert, à Roche-la-Molière ; et lorsque, comme à Blanzy, elles sont, au contraire, minces et impures aux affleurements, ceux-ci coïncident à peu près avec le bord du bassin géogénique, et une faible partie des couches a été détruite par les érosions.

En résumé, les dépôts locaux se sont formés dans des bas-fonds, limités quelquefois, d'un côté, par des falaises, origine de certaines failles ; au pied de ces failles constitutionnelles, ils sont irréguliers, et, sur les pentes douces, ils convergent. Mais, bien que, çà et là, on trouve des traces de ressauts, il n'y a pas grande discordance de stratification et les couches, comme les soulèvements, se sont formées d'une manière continue ; les choses se sont passées en détail comme en grand.

IX.

Comparaison des bassins houillers dits marins avec ceux dits lacustres.

Les bassins houillers du Centre de la France, calqués sur le Bassin de la Loire, sont tous profonds par rapport à leur étendue, et se présentent comme le résultat de causes locales, bien que formés d'alluvions charriées d'assez loin. Les bassins de la Bohême leur ressemblent en tous points.

Les bassins houillers dits marins occupent d'ordinaire de vastes surfaces et reposent sur des fondations sédimentaires marines ; leurs couches sont comparative-

ment très régulières, les cours d'eau n'y ayant apporté que de la vase et des sables fins, très quartzeux, sans poudingue, ce qui a fait supposer qu'ils ont été engendrés sur les bords de la mer, dans des deltas, des golfes, ou le long des grands cours d'eau. Certains bassins paraliques ont bien pu naître dans des lagunes littorales où la mer faisait de fréquentes incursions. L'idée a aussi été exprimée qu'ils ont pu prendre naissance dans d'anciens bras de mer, comme par exemple celui de la Nouvelle-Écosse, qui présente 76 alternances de lits marins et terrestres ; on a même attribué aux bassins les plus étendus une origine océanienne, comme à celui des États-Unis, qui comprend de très nombreuses intercalations de grès et de calcaire marins.

Identité des caractères géognostiques.

Cependant, on a partout reconnu que les terrains carbonifères ont des caractères géognostiques semblables, et M. Binney a fait, depuis longtemps, la remarque que les dépôts houillers ne sont pas de même nature que les dépôts fluviatiles. Nous n'avons pas trouvé de différences fondamentales entre les terrains dits marins et ceux dits lacustres, au point de vue de la nature des roches, de la composition des couches et de la conservation des empreintes végétales ; nous avons vu, en Pologne et en Westphalie, les mêmes grès schisteux à parcelles végétales que dans la Loire ; partout, il y a des souches et arbres en place. En Staffordshire, au dire de M. Jukes Beete, les dépôts, bien que réguliers, varient d'épaisseur et les bancs de grès finissent subitement; cette roche est stratifiée obliquement sur les couches de houille. Celles-ci, situées à distance variable, se terminent atténuées et mélangées de schiste et de grès; elles reposent, en quelques endroits, directement sur le grès ; leur sol est non rarement bosselé, leur épaisseur change d'ailleurs beaucoup ; elles admettent des intercalations rocheuses, etc., tout comme dans le Centre de la France. De la Bèche a observé les mêmes caractères dans le Sud du Pays de Galles, où un étage stérile (série Pennant), partage en deux le terrain productif.

Individualité des bassins houillers anglais.

Les bassins houillers anglais sont, d'ailleurs, loin d'avoir tous la même composition ; de plus, les uns sont circonscrits, méritant l'appellation de lacustres, entre d'autres non encaissés, dits marins ; le bassin de Coalbrockdale se présente comme s'il avait pris naissance dans une baie distincte. Dans les Asturies, après une formation houillère analogue à celle du Nord de la France, des ondulations, au dire de M. Ch. Barrois (1), ont donné lieu à des dépôts houillers récents et locaux, comme ceux du Plateau central.

Structure du bassin houiller du Nord de la France.

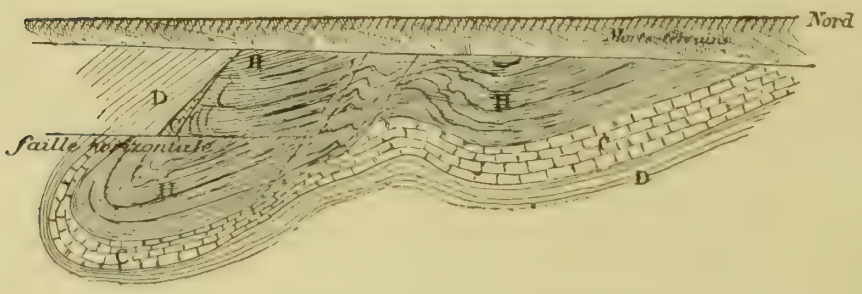
Dans le Nord de la France, le bassin houiller repose en discordance sur le Calcaire carbonifère. Il occupe une longue dépression déjà ébauchée, avant la formation, sans quoi on aurait quelque raison d'espérer retrouver son prolongement du côté d'Arras. Le bassin houiller du Nord de la France n'a même pas une charpente différente de celle des nôtres : ses couches supérieures, d'après les fossiles, ne parais-

(1) *Terrains anciens des Asturies et de la Galice.*

sent exister qu'à l'Ouest et au Sud, et ses couches inférieures qu'à l'Est et au Nord, comme si il y avait eu déplacement du fond, de l'Est à l'Ouest, en même temps que du Nord au Sud, conformément aux conclusions stratigraphiques de M. Potier. D'après M. l'abbé Boulay, le fond du bassin se serait déprimé progressivement pendant les dépôts, la faille du Midi aurait commencé par l'enfoncement de la vallée houillère (1), et il se serait même dessiné quelques bassins secondaires. La coupe transversale ci-dessous (fig. 49), est un résumé théorique de la conformation du terrain houiller du Pas-de-Calais.

Figure 49.

Coupe théorique du bassin du Pas-de-Calais.



H Terrain houiller. | D Dévonien.
C Calcaire carbonifère.

Analogies et différences.

M. Lesquereux m'a objecté, dans la correspondance que j'ai entretenue avec lui, que les dépôts houillers des États-Unis ne sont pas limités et renfermés, comme chez nous, dans des bassins peu étendus, et que nombre d'entre eux, isolés, sont comme des lambeaux détachés, préservés de la destruction, grâce à leur forme concave et déprimée au centre. Je me suis déjà expliqué sur ce cas, qui n'est pas sans exemple en Europe, le grand bassin de la Haute-Silésie et celui de l'Oural étant, d'une manière générale, à peine relevés sur les bords.

Mais de même que les bassins de dépôts de tous âges, la plupart des bassins houillers offrent, au centre, de grandes épaisseurs : le bassin de Sarrebruck a 7,000 mètres de puissance, et celui de Manchester 11,630 pieds anglais. Les grands bassins anglais se sont affaissés et dessinés pendant la formation, d'après M. Binney, qui se fonde sur les conditions d'existence des coquilles, sans égard aux Sigillaires debout qui, cependant, ne sont pas rares; c'est par l'affaissement qu'a pu être

(1) Si, comme le pense M. Gosselet, l'affaissement central du bassin houiller, combiné avec le relèvement du bord Sud, était la cause du ridement du Hainaut, l'origine de celui-ci daterait alors du terrain houiller moyen.

enfouie périodiquement la végétation houillère dans les alluvions fluviatiles et marines alternantes.

Il n'y a donc rien, dans la description que j'ai faite de nos bassins houillers, qui ne se présente dans les autres ; et les différences qui les distinguent tiennent à des circonstances de lieux qui, pour avoir été autrefois moins variables qu'aujourd'hui, n'ont jamais pu être uniformes sur tout le globe, même à l'origine du monde sédimentaire.

X

Terrains de stipite et de lignite.

Maintenant, que sont examinés et décrits les dépôts houillers, presque sous tous les rapports, il ne doit pas paraître dépourvu d'intérêt de passer en revue pareillement, et à grands traits, les terrains de stipite et de lignite.

Terrains de stipite.

Les terrains de stipite sont susceptibles d'offrir des caractères lithologiques très analogues à ceux du terrain houiller, sans être pourvus, à beaucoup près, d'autant de débris végétaux sédimentés, et surtout enracinés.

On sait qu'en Virginie, existe un petit bassin houiller liasique (1), composé des mêmes roches et renfermant, proportionnellement, autant et d'aussi grandes couches de charbon que le terrain houiller ; ce bassin, encaissé, est aussi formé aux dépens des roches environnantes. Dans l'Altaï et au Tonkin, les couches de stipite sont subordonnées aux grès, schiste et sphérosidérite, comme les couches de houille. Les terrains de stipites sont très riches dans les Indes et en Autriche ; celui de Fünfkirchen contient vingt-cinq couches, formant 26 mètres de charbon.

En Europe, le terrain de stipite occupe quelques points isolés, en rapport avec des calcaires, qui dénotent l'existence d'un archipel à l'époque de sa formation. Dans le Turkestan, le stipite se rencontre, en couches épaisses, dans plusieurs bassins isolés. Il a pris une grande extension dans le Centre et le Sud du continent asiatique.

Caractères de la formation du lignite.

Le terrain de lignite offre les caractères d'une formation d'eau douce et lacustre, comme tous les terrains charbonneux. Toutefois, les roches sont sableuses, argileuses, peu ou point cimentées, les dépôts, très fins, sont en partie hydro-chimiques, et, les tiges enracinées étant excessivement rares, il est permis de se rendre à l'idée que le lignite, au lieu de faire la transition à la tourbe, s'est formé sous eau profonde, comme l'admettent de nombreux géologues.

Cependant, la formation du lignite rappelle la formation de la houille. Le terrain charbonneux miocène de Monte-Bamboli (2) ressemble beaucoup au terrain carbo-

(1) *Transactions american Institute of Mining Engineers,* vol. VI, p. 227.

(2) *Annales des Mines,* 4e série, XII, p. 368.

nifère et présente, ainsi que celui de l'Amérique du Nord, les mêmes détails de formation.

Pauvreté des terrains de lignite.

Les terrains de lignite sont, d'ordinaire, peu puissants ; souvent, ils se réduisent à quelques mètres d'argile et de sable intercalés au milieu des calcaires. Il y en a, toutefois, qui ont une grande épaisseur, et, d'après les notes que m'a fournies M. le marquis de Saporta, le bassin subtriangulaire de Manosque, très profond au milieu (1750 mètres), spécialement entre Dauphin et Forcalquier, a dû s'affaisser jusqu'à la fin des dépôts ; là le lignite s'est formé dans un lac, comblé en grande partie, dont la profondeur au Nord, où les strates du système d'eau douce sont amincis, était faible sur une grande largeur. Il y a des formations de lignite, restreintes vis-à-vis d'autres très étendues ; parmi ces dernières, celle du Mississipi, ou de l'Ouest de l'Amérique du Nord, recouvre, suivant M. Lesquereux, une plus grande étendue que le terrain houiller ; la fixité de l'écorce terrestre était généralement devenue favorable à des dépôts réguliers.

La formation du lignite est empreinte de plus de diversités que les autres dépôts charbonneux.

En ce qui concerne la capacité en combustible de la formation de lignite, on remarque, dans les terrains crétacés et tertiaires, que ce combustible est infiniment moins abondant que la houille dans les terrains carbonifères. Il ne forme généralement que quelques lits isolés, et, en Autriche, qu'une couche plus ou moins puissante. Les terrains de Fuveau et de Manosque font exception, le premier (Pl. I), ayant des couches aussi nombreuses et rapprochées que le terrain houiller, et le second, d'après Fournet, contenant cinquante-neuf veines ou couches de lignite. Le terrain crétacé du Canada possède également un grand nombre de petites couches. Il n'y a pas, là- dessus, et il ne peut y avoir, de règles inflexibles.

Les caractères de gisement de lignite sont même plus variés que ceux de la houille, ils reflètent des circonstances de dépôt d'autant plus différenciées que le combustible est plus récent; aussi, faut-il se garder de mettre tous les lignites sur la même balance, comme on le fait, lorsqu'il s'agit de leur mode de formation

CHAPITRE IV.
Déformations et dislocations des bassins houillers.

Par une conséquence des mouvements d'encaissement généraux et d'encuvement locaux qui ont joué, venons-nous de voir, un rôle très important dans la formation des bassins houillers circonscrits du Centre de la France, ces mouvements ayant continué après les dépôts, ils ont relevé les couches et produit des accidents de toute espèce, d'autant plus nombreux et importants, qu'ils ont commencé sur des emplacements de moindre résistance. Ce sont, principalement, les effets succédanés de ces mouvements qui vont nous occuper dans ce chapitre; et, c'est pour en mieux comprendre la cause que nous allons, d'abord, examiner le tassement des roches sous l'action verticale de la pesanteur.

I,
Effets de tassement dans le terrain houiller.

Nous avons déjà dit que le tassement a été pour peu de chose dans l'encaissement des bassins houillers.

On avait rapporté, à cette cause minime, leur affaissement central et expliqué, par ce seul fait, le pendage et, surtout, l'étirement des roches au bord des bassins, et, enfin, beaucoup de failles.

Il est bien certain que le tassement y a aidé, mais dans une très faible mesure, et que ses effets doivent se présenter, par rapport à la verticale, comme les autres accidents vis-à-vis de la résultante des forces dynamiques auxquels ils sont dus.

Le tassement n'a pas déformé les dépôts peu inclinés.

Nous avons vu, au chapitre II, que les dépôts houillers, ayant pris rapidement une certaine consistance, ne se sont pas beaucoup tassés. Or, on ne voit pas, par les empreintes contenues dans les roches, qu'il s'y soit produit des déplacements de matière, sauf au voisinage de certaines failles (exemple : faille de Layat) où les formes végétales sont effacées, comme dans les terrains laminés. Les tiges debout montrent, de leur côté, que le tassement seul n'a pas déformé sensiblement les dépôts, même les plus irréguliers.

Nous ne pouvons donc admettre que les contournements de couches soient dus, comme dans le bassin tertiaire de Vienne (1), à l'action du poids des roches, ayant donné lieu à des écoulements de matières ; elles ne sont pas restées assez longtemps plastiques dans le terrain houiller. Seules, quelques légères sinuosités des roches micacées peu cimentées, où les empreintes sont défigurées, peuvent être rapportées à cette cause.

Il n'a produit que de petits rejets discontinus dans les terrains réguliers.

Cependant, on remarque dans les dépôts les plus irréguliers, où des masses de grès sont isolées dans un terrain argileux, que le tassement y a déterminé quelques petits rejets verticaux ; mais ils sont discontinus, limités en profondeur, très restreints et d'allure variable ; je ne crois même pas pouvoir mettre sur le compte du tassement les petites failles rencontrées, à chaque pas, dans l'exploitation de la houille, faibles d'ailleurs, et n'affectant souvent qu'une couche, sans atteindre les couches supérieures, comme celles de la 5e, à Montmartre, qui n'arrivent pas à la 3e. Ces petits accidents, limités en hauteur, paraissent plutôt dûs à des ondulations affectant les strates les unes sans les autres, ou moins que les autres.

Les petites failles sont plutôt dues aux ondulations ou au glissement des dépôts.

Il m'est, dans tous les cas, impossible d'attribuer, avec M. Lipold (2), au tassement inégal des masses de grès et de schiste, indistinctement, les petites failles du terrain houiller. Je ne suis même pas sûr que l'on puisse rapporter exclusivement à la surcharge du grès, qui remplit l'érosion de Montmartre (voir figure 10, p. 45), l'inflexion de la 3e et le rejet correspondant de la 2e, qui coïncident avec un changement de pente des couches. Cet accident est analogue au petit rejet K recourbé à la base de la figure 51, lequel est manifestement dû au glissement.

C'est seulement dans les couches relevées que le poids des roches a, dans quelques cas, troublé la régularité des dépôts.

C'est seulement dans les terrains fortement inclinés que le tassement a contribué à onduler et accidenter les couches qui, relevées avant d'être consolidées, se sont affaissées sur elles-mêmes.

Les recourbements très prononcés, que l'on voit à la butte de la Mine de Montrambert (Pl. IX, fig. 6), offrent un bel exemple des effets que peut produire le tassement dans des couches relevées peu de temps après la formation, à un endroit où, sollicités par la pesanteur, les dépôts, encore mous, se sont repliés et entassés entre deux bancs écartés. Dans la même région (fig. 7), la couche des Trois-Gores est affectée de plissements qui ont la même origine.

Je me figure que les ondulations du mur de la 3e Brûlante (Pl. VIII, fig. 2' et 2'') se sont produites par le tassement en terrain mou, après le relèvement des couches, plutôt que sous l'action de la faille de Barlet, pendant la formation de cette couche.

Effets variés du tassement sur les couches redressées.

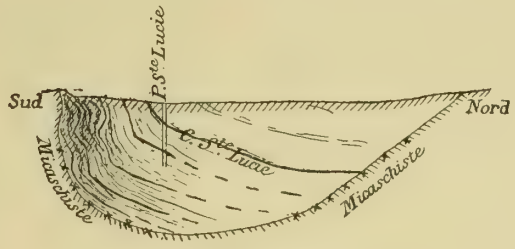
Mais, c'est principalement au bord des bassins fortement encaissés que le tassement, ou, si l'on aime mieux, le poids des roches a eu son plus grand effet sur l'allure des couches. Celles-ci, comme à la lisière Sud de Communay (figure 50),

(1) *Jahrbuch k. k. geolog, Reichsanstalt*, 1872, n° 3, p. 309.
(2) *Ibid.*, 1861 et 1862, n° 4, p. 506.

ont pu contracter, sous l'effort de la pesanteur, des plis en zigzag, qui ressemblent beaucoup à ceux produits dans le Nord de la France par de fortes compressions latérales.

Figure 50.

Bassin de Communay.



Échelle 1/1.500.

Comme autre effet de tassement, ayant pris naissance après le pendage des couches, je signalerai leur redressement très prononcé à l'affleurement, surtout lorsqu'elles sont recouvertes d'énormes massifs de grès; dans ce cas, ainsi que l'exprime la coupe *r s*, Pl. VI, elles sont relevées suivant une espèce de courbe logarithmique, sous la charge des roches supérieures, augmentant tout d'abord très vite à l'aval pendage. Le fait est fréquent; il se remarque au Cros, à Villars, au Treuil (où les 5e, 6e et 7e affleurent, relevées brusquement), et surtout à Firminy; il est de nature à faire penser que les couches ont été soulevées peu de temps après la formation.

Glissements de tassements.

Sous l'effort du soulèvement des couches, combiné avec la pesanteur, il s'est produit, parfois, dans les grès, des glissements parallèles, obliques à la stratification (fig. 51, p. 166), bien différents des tranchants de retrait de direction arbitraire et normaux aux strates, encore qu'ils n'aient pas toujours plus de continuité qu'eux. Ces glissements interrompus sont souvent accompagnés de petites dénivellations (figure 51). Ils se sont produits principalement sous l'action verticale de la pesanteur, comme les diaclases sous les efforts obliques qui ont déterminé les failles; toutefois, ils sont généralement moins suivis et moins importants, comme si le poids des roches était peu de chose à côté des puissantes forces dynamiques qui ont soulevé et comprimé les terrains de sédiment anciens; ils montrent, dans tous les cas, que le tassement s'est continué longtemps après le soulèvement des couches, comme en témoigne, d'un autre côté, la disposition des roches au pied des *Psaronius* notamment en terrain incliné.

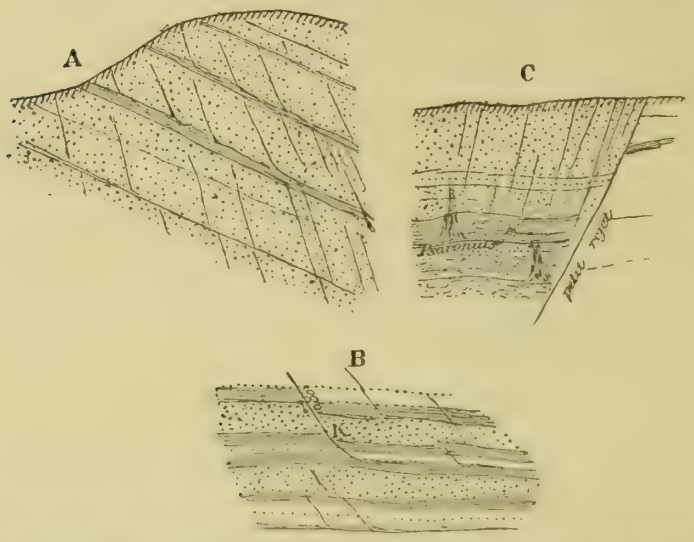
Diaclases de M. Daubrée.

Les fissures de glissement, en rapport avec les failles, attestent également l'ancienneté de celles-ci; elles accompagnent les crains de Rive-de-Gier, caracté-

Figure 51.

A, B. *Fissures et rejets de glissement (Beaubrun).*

C. *Diaclases en rapport avec un rejet (Châteaucreux).*



risés dans le gore par des surfaces d'étirement polies et striées, et dans le grès par une sorte de laminage sans cassure. Elles font cortège à la faille du Gagne-Petit. Il y a une relation de parallélisme évidente entre ces fissures et la direction des forces qui ont soulevé et accidenté les couches. Cependant, lorsqu'à l'effort de soulèvement s'est jointe une action de refoulement latérale, les diaclases ont pu se produire perpendiculairement à la stratification, comme dans le cas de la figure 32 (p. 117), mais leur direction est celle de la faille qui est résultée de la somme des forces soulevantes.

II.

Le soulèvement des couches s'est produit immédiatement après leur formation, comme suite aux mouvements contemporains des dépôts.

Dans le Centre de la France, presque toutes les couches ont été dérangées de leur position horizontale primitive, soulevées avec des directions et pendages variés, et plus ou moins recourbées et plissées. Toutefois, dans des districts voisins, l'intensité des mouvements a pu différer du tout au tout : ainsi, dans le bassin de la Queune, les couches sont bouleversées à Fins et restées de niveau à Saint-Hilaire.

Les dépôts sur sol mobile, pendant la formation, sont aussi ceux qui ont été le plus disloqués ultérieurement.

Ces mouvements paraissent avoir fait suite à ceux contemporains des dépôts ; car, c'est surtout au bord des bassins que les couches sont redressées et fortement accidentées ; il y a une dépendance évidente entre leur allure actuelle et les limites de leur formation ; les dépôts réguliers sont moins accidentés que

les autres, et c'est aux confins de ceux-ci que passent les grandes dislocations.

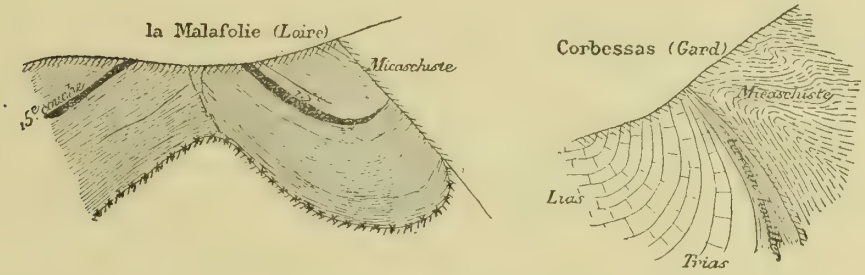
A part les dressants qui, dans les Alleghanys, comme dans le Nord de la France et dans le Gard, sont en rapport avec les systèmes de montagnes, il ne paraît pas, aux États-Unis et en Haute-Silésie, que le terrain houiller ait été exposé à plus d'oscillations, après que pendant la formation. Dans le Centre de la France, il semble que ce soit dans les régions les plus mouvementées pendant les dépôts, que se sont produites ultérieurement les failles principales.

L'affaissement central des bassins houillers a eu, pour contre-partie, le redressement et même le renversement des bords.

Les mouvements les plus importants sont ceux qui, en façonnant les bassins circonscrits, les ont fortement encaissés. Il semble que leur affaissement central ait eu pour contre-coup le relèvement des bords, et que les masses souterraines, encore molles, rejetées latéralement, se soient fortement redressées et même gonflées par côté. Les bassins houillers les plus encaissés sont, en effet, ceux dont les bords sont à pic, ou même renversés, et dont la largeur a été le plus réduite par des compressions latérales. La figure 52 montre : 1° un renversement de couches en rapport avec une forte dépression ; 2° l'effet du gonflement latéral des schistes pri-

Figure 52.

Micaschiste retroussé sur le terrain houiller.



mitifs retroussés sur un pointement de terrain houiller. C'est probablement par suite d'un phénomène analogue que le terrain houiller de Lapleau (Corrèze) s'enfonce, comme un coin, dans le terrain primitif.

Les relèvements latéraux ont dû être, parfois, énormes, car c'est certainement du bord vertical voisin, soulevé à grande hauteur, du bassin de Langeac, que s'est détachée la grande masse de gneiss de La Chalède (de 500 mètres de long, 300 mètres de large et 80 mètres d'épaisseur), qui, en tombant, a écrasé la surface du terrain houiller (fig. 53, voir page suivante).

Le terrain primitif a obéi, sans fracture, aux mouvements anciens.

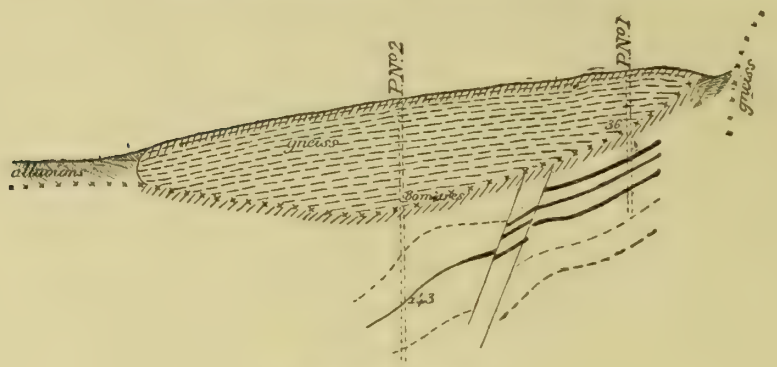
Dans ces divers cas, le terrain primitif s'est laissé tourmenter, sans fracture, comme une roche flexible qui a conservé très longtemps son eau-mère.

Ce point est mis hors de doute par le fait suivant :

La Grande couche de Rive-de-Gier est très fortement mouvementée, comme nous l'apprend la *Topographie souterraine* de M. Gruner (pl. III de l'Atlas, 2e partie,

Figure 53.

Coupe des mines de la Chalède-Langeac.



Echelle de 1/5,000.

p. 46). Les courbes de niveau, principalement entre Grézieux et le Ban, révèlent de hautes bosses et des gouffres profonds, offrant des différences de niveau de 100 à 200 mètres; la couche, dans ces conditions, s'est déformée par des inflexions, étirements et crains, sans failles proprement dites.

Or, cette couche a des caractères constants dans toute l'étendue du bassin ; il y a, d'ailleurs, à son toit des souches et racines d'arbres, notamment dans la région qui nous occupe ; par conséquent, sa déformation est entièrement due à des mouvements postérieurs à son dépôt. Et, comme cette couche est à peu de distance du terrain primitif, ses plus fortes ondulations reflètent celles de ce terrain, qui a dû se déformer également sans se casser. Les plissements du granite, qui forme, pour ainsi dire, le mur immédiat de la couche du Montet (fig. 38), sont ceux d'une roche restée souple et plastique pendant toute une période géologique.

Cela suppose que la croûte terrestre n'était pas encore durcie.

Si l'on considère, en outre, que la plupart des failles du terrain houiller ont, avec une faible longueur, des amplitudes considérables, et qu'elles ne sont pas plus inclinées que les rejets de glissement, on ne voit pas qu'elles aient pu se déclarer dans une croûte terrestre durcie. Lyell a soutenu que, si le terrain houiller est plus dérangé que les formations récentes, c'est par cela seul qu'étant plus ancien il a eu le temps de subir un plus grand nombre de soulèvements ; mais, dans les terrains de sédiments supérieurs, les accidents ne se présentent pas comme dans le terrain houiller ; les vraies failles, que M. Hébert m'a dit croire postérieures à ce terrain, revêtent des caractères bien différents; les cassures en sont verticales, en ligne droite et de très grande étendue.

Directions des soulèvements ; elles vont deux par deux.

Dans le terrain houiller, les directions, bien que très variables, se coordonnent, cependant, dans chaque bassin, en général, à quelque paires de lignes perpendiculaires deux à deux, savoir : 3 à Saint-Étienne, 2 dans le Staffordshire, etc. Les plus

anciennes, qui datent des dépôts, sont, dans la Loire, orientées sur N.-S. et E.-O., comme beaucoup de masses primitives du Plateau central. Les mouvements N.N.O. se combinent avec ceux longitudinaux du bassin. Les autres directions N.N.E. et S.S.O. paraissent plus récentes. Les accidents, déterminés en dernier lieu par le Pilat, empruntant la direction N.N.O., se sont produits lorsque le terrain avait acquis sa solidité. La lenteur, avec laquelle se sont développées, tout au moins, les plus anciennes directions, est contraire à la théorie des soulèvements soudains, et la manière, dont se présentent nos trois paires de direction, ne permet guère de les rapporter respectivement aux systèmes parallèles du Nord de l'Angleterre, du Forez et du Thuringerwald. M. Gruner a même estimé, dans son dernier mémoire, que les grandes failles du Bassin de la Loire sont contemporaines de la formation houillère ; la disposition en fer à cheval des couches de la Chauvetière constitue, pour lui, une preuve que les mouvements transversaux se sont combinés avec des mouvements longitudinaux.

Indépendance des mouvements.

J'ai dressé une petite carte des directions et des soulèvements principaux. A l'inspection de cette carte, on peut être surpris de voir se reproduire certaines directions, les unes entre les autres, sans confusion, comme si elles résultaient de mouvements simples et indépendants ; on trouve, par exemple, en différents endroits, des directions N.-S. et E.-O., séparées par d'autres directions qui ne se sont pas imposées. De pareils faits ne paraissent pouvoir s'être produits que grâce à une demi-fluidité des masses profondes, ayant oscillé sur des surfaces peu étendues.

Quoiqu'il en soit, les allures perpendiculaires, surtout les plus anciennes, vont ensemble. Ces allures conjuguées constituent un des principaux traits de la mécanique du Bassin de la Loire. Les directions perpendiculaires ne se croisent pas nécessairement ; il en est qui correspondent à des soulèvements anguleux très remarquables.

Soulèvements et affaissements de forme anguleuse.

J'ai décrit ailleurs les soulèvements anguleux, opposés par le sommet du Dorlay. Autour de la Terrasse (voir la carte Gruner), se présentent quatre angles de terrain abaissés considérablement, les uns à la suite des autres, savoir : l'angle du Treuil, celui du Quartier Gaillard et celui de Villars qui, de la sorte, a subi, par rapport au quatrième angle resté en place de la Terrasse, une dénivellation totale de 700 à 800 mètres ; ce puissant rejet est, en grande partie, dû à ce que les failles du Soleil et de Méons, n'ayant pu se prolonger au-delà de la faille de la République, ont reporté leur effet à la Terrasse, où la faille du Furens augmente, tout à coup, de plus de 500 mètres. L'angle de Saint-Genest, limité, au Sud, à la faille de Landuzière et, à l'Est, à un relèvement de couches, probablement combiné avec une faille qui ne peut plonger qu'à l'Est, ce grand soulèvement, dis-je, fait face à l'enfoncement du bassin de Roche-la-Molière, limité à l'Est par une faille qui, bien qu'en prolongement de celle précitée, incline en sens contraire, c'est-à-dire vers l'Ouest. Du côté de l'Étrat, s'annoncent deux grands mouvements anguleux, l'un marqué par les

assises de silice calcédonieuse, qui s'alignent sur la Bertrandière et Saint-Priest, et sur Saint-Priest et Montraynaud, et l'autre limitant le bassin parallèlement à ces deux directions ; de plus, ces deux mouvements ne sont pas sans rapport avec l'angle de la Terrasse, formé par la faille de la République et la faille du Furens prolongée. Comme autre mouvement anguleux considérable, d'une étendue très restreinte, je signalerai l'enfoncement du terrain houiller à l'Horme, limité, à l'Ozon, à une faille qui a plus de 1,000 mètres au Sud, et remontant la vallée des Arcs, où il s'éteint tout à fait.

Ces grandes dénivellations, de forme anguleuse, se rattachent aux mouvements d'encuvement locaux de la formation du Bassin de la Loire, dont elles aident beaucoup à comprendre la structure complexe. Elles sont très anciennes et ne pouvaient, d'ailleurs, se produire, vu leurs formes et allures, qu'à une époque où le terrain primitif était susceptible de se déformer sans se briser.

III.

Les failles, en général, se coordonnent au pendage des couches, et par suite, comme cause, se relient aux mouvements contemporains des dépôts.

Les mouvements contemporains de la formation houillère, en se continuant, ont relevé les couches, comme nous venons de le voir.

Or, beaucoup de rejets ne sauraient être séparés des pendages, auxquels ils impriment leur direction, et avoir une autre cause que les mouvements d'affaissement du bassin houiller. Nous avons vu que la distribution des sédiments manifeste des rapports de cause à effet avec ces mouvements, et que les accidents de dépôt leur sont même connexes (1).

En sorte que tous les événements, qui ont modelé le Bassin de la Loire, se tiennent et se suivent.

Nombre de failles font partie de la configuration des couches.

Les failles font, en effet, partie de la configuration des couches; les crains de Rive-de-Gier en représentent les parties abruptes étirées ; la faille de 25 mètres du puits Adrienne se continue par une inflexion, et les deux failles en 15e, entre lesquelles se trouve l'exploitation de la Chèvre, font suite à un vallonnement. Certaines failles s'identifient à des plis de couches, comme celle de Saint-Simon, d'une amplitude de 50 mètres, sur le plan incliné de laquelle la 3e n'est, pour ainsi dire, pas interrompue. La faille des Maures, qui a probablement commencé pendant les dépôts, correspond à un recourbement des strates, si bien qu'au Monteel-Ricamarie

(1) Les lignes d'altération des couches de houille sont orientées sur les directions et les pentes, du moins à l'Ouest de Saint-Etienne, notamment à Roche-la-Molière.

la Grande couche donne la main à la 3e Brûlante. La faille du Breuil, qui relève les couches de Latour, paraît bien avoir limité les dépôts qu'elle a altérés.

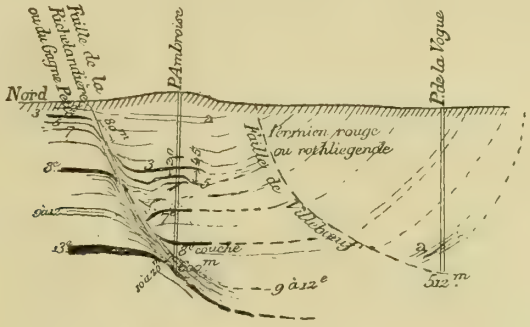
D'ailleurs, elles sont nombreuses les dénivellations qui se sont produites sous forme d'inflexion (au lieu de faille), lorsque le terrain était encore malléable; car, il est étiré et effilé, et, dans ce cas, les couches de houille, qui offraient la moindre résistance, se sont laminées comme par un glissement du toit sur le mur (exemple à La Mure, Isère).

Failles d'inflexion.

Les failles ordinaires, lorsqu'elles sont de première apparition, participent aux inflexions, avec étirement des couches.

Figure 54.

Faille d'inflexion (Villebœuf).



Échelle 1/24,000.

La faille du Gagne-Petit en est un bel exemple, représenté sur la figure 54 : l'exploitation, en venant du Nord, a poursuivi, dans cette faille, la 5e réduite à 0m50 et 0m20 sur 100 mètres suivant la pente, et la 7e sur 40 mètres ; la 8e a aussi été trouvée entraînée, étirée; la 13e descend dans la faille, et l'on suppose qu'elle n'éprouvera pas une interruption aussi complète que les couches supérieures. Du côté Sud, les 4e et 5e sont relevées par la dite faille et effilées entre des bancs laminés; au niveau de la 8e, l'accident s'accuse surtout par des bancs de grès broyés dans son plan ; l'épaisseur des terrains laminés est de 20 à 30 mètres à Villebœuf, et de 100 mètres à Avaize. Comme, des deux côtés de la faille, il existe quelques différences dans les dépôts, leur allure et leur distance; comme à Villebœuf la 3e, en s'en rapprochant, contracte la forme en chapelet, que le rejet de la 5e, parallèle à cette faille, n'atteint pas, etc.; il n'est pas déraisonnable de supposer, après ce que nous avons dit, qu'elle occupe la place d'une ligne suivant laquelle le sol ondulait déjà pendant la formation. Nous avons, du reste, décrit d'autres failles, ayant positivement pris naissance pendant les dépôts, de part et d'autre desquelles ces derniers sont différents.

Failles-limite.

Les failles-limite, la plupart énormes, comme celle de Barlet, qui a bien 1,000 mètres d'amplitude verticale, puisqu'elle met en présence la base et le sommet de la formation stéphanoise, continuent les relèvements latéraux des bassins houillers ; elles ont certainement acquis une grande puissance pendant la formation, comme l'attestent les souches en place, figurées sur le croquis 32 (p. 117), et les dépôts devenant de plus en plus irréguliers à l'approche de la faille de Barlet. Ces failles ont tellement encaissé les bassins houillers qu'il n'est pas rare de trouver leur paroi verticale, ou même renversée, avec replis des couches annonçant également de fortes compressions latérales.

Failles constitutionnelles contemporaines des dépôts.

Lorsqu'on voit s'être produit d'aussi grands accidents sur les bords des dépôts, en notable partie pendant la formation, on ne peut guère révoquer en doute la possibilité de rejets importants, qui leur soient contemporains, dans l'intérieur des bassins géogéniques ; et, à supposer que le mouvement, qui leur a donné naissance, ait cessé avant la formation des dépôts, comme cela est frappant sur la figure 15 (page 53), on peut concevoir qu'il existe des failles qui n'arrivent pas jusqu'au jour, ce qui est probablement le cas de la faille des Maures, sous le terrain de couronnement, ou qui y arrivent atténuées, comme la faille de Côte-Chaude, dont il a été question plus haut.

Failles postérieures.

Il y a des bassins houillers qui n'ont, en quelque sorte, été en butte aux mouvements du sol qu'après leur formation. Dans ce cas, les failles isoclinales sont aussi en rapport avec les déformations des couches et peuvent prendre, comme dans le Nord de la France, toutes les directions, même l'horizontale.

Dressants.

Les dressants sont des dénivellations à contre-pente, résultant de fortes poussées ascendantes qui ont étiré les couches, par entraînement énergique ; ils sont à distinguer des failles qui résultent du jeu naturel de la formation des bassins par voie d'affaissement ; mais, comme elles, ils constituent un mode particulier de déformation du terrain. Le plus remarquable de tous est celui du Col-Malpertus (voir figure 40, page 144), qui, relevant, de plus de 800 mètres de profondeur, le système des couches de Sainte-Barbe, les met en face de celles de la Grand'-Combe ; on n'aperçoit aucune cassure sur son passage, où les dépôts sont effilés, si bien que, à l'affleurement, l'étage stérile est réduit à la mince épaisseur de quelques bancs de grès ayant résisté au laminage. Les autres dressants du Gard concordent avec les plissements des couches, d'une manière même plus évidente que les failles avec les pendages.

Failles discordantes avec l'allure des couches.

Cependant, il existe beaucoup de failles discordantes avec l'allure des couches ; mais, dans le Bassin de la Loire, leur origine ne saurait être, en général, bien éloignée de celle des autres.

CAUSE DES FAILLES DU TERRAIN HOUILLER.

L'origine des failles est de nature à confirmer ce qui précède.

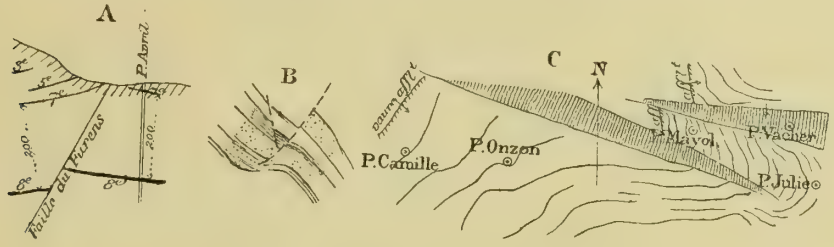
J'ai déjà avancé ailleurs (1), et surpris sur le fait (2), que la plupart correspondent à des inflexions, dans les couches inférieures, et le terrain primitif sous-jacent. Elles disparaissent, en effet, à Brassac, en profondeur, où les couches de base suivent les inégalités du gneiss. Elles sont dues à un mouvement sinueux, car si le toit en est déprimé, par compensation, le mur est exhaussé (fig. 55 B) ; leur faible inclinaison signifie que les masses en mouvement se sont fixées, sous l'action de la pesanteur, comme les terrains meubles, à un talus de 45°.

Les failles correspondent aussi à des changements de direction ou de pente, comme celles représentées sur la figure 55 (A et C) ci-jointe. Dans le Gard, j'en ai reconnu qui, partant des angles rentrants de la lisière, progressent en pénétrant dans l'intérieur du bassin houiller.

Figure 55.

A. *Coupe verticale de la faille anticlinale de Montaud due à un changement de pente.*

C. *Faille causée par un changement de direction (Chazotte).*



Échelle 1/20,000.

Si la cause des failles est bien celle que j'ai expliquée par des exemples, on doit en découvrir, sous les combles, qui n'atteignent pas le jour et s'accroissent, au contraire, en profondeur ; c'est justement ce que je présume avoir rencontré à Montaud et à Montmartre. A Montaud, où la faille du Furens a son minimum d'amplitude, il semble bien, en faisant l'épure A (fig. 55), qu'elle se réduise, à peu près, à zéro à la surface, en ce qui regarde la 7e. A Montmartre, la plongée devenant, tout à coup, très forte à l'Est, sans interruption des bancs de rocher supérieurs, une faille paraît naître et croître en profondeur, comme celle que j'ai cru pouvoir tracer sur la Pl. XIX de l'Atlas de M. Gruner.

(1) *Flore carbonifère*, p. 605.

(2) Grand'Eury, *Paléontologie stratigraphique du bassin houiller du Gard.*

Toutes les failles ne se présentent pas de la même façon. Il en est, comme celle du Soleil, qui sont de véritables cassures nettes, sans épaisseur, à surface striée, avec ou sans brèche de frottement, dénivelant des terrains consolidés, sans rapport avec l'allure des couches.

Cependant, les failles, même les plus modernes, ont, des failles les plus anciennes, l'étendue limitée et la faible pente.

Il est certain que, si les roches eussent formé un tout solide, les grands efforts, exercés sur elles, auraient, quand même, provoqué des dislocations ; mais, il se serait produit des cassures verticales de plus ou moins grande longueur, suivant beaucoup moins de lignes, combinées d'une manière bien plus simple que ne le montrent les cartes topographiques du bassin, lesquelles accusent, on peut dire, dans chaque district, un genre d'accidents particuliers.

En résumé donc, les déformations et les failles du Bassin de la Loire paraissent s'être produites avant la consolidation définitive des terrains azoïques, et être, en tout cas, toutes anciennes.

IV.

Formes et jeux de failles.

Mes descriptions et mes démonstrations ne seraient pas complètes et pourraient laisser à désirer, sous certains rapports, si je ne m'arrêtais, encore un instant, aux failles et aux jeux de leur combinaison (voir l'atlas de M. Gruner et la carte géologique de ma Flore carbonifère).

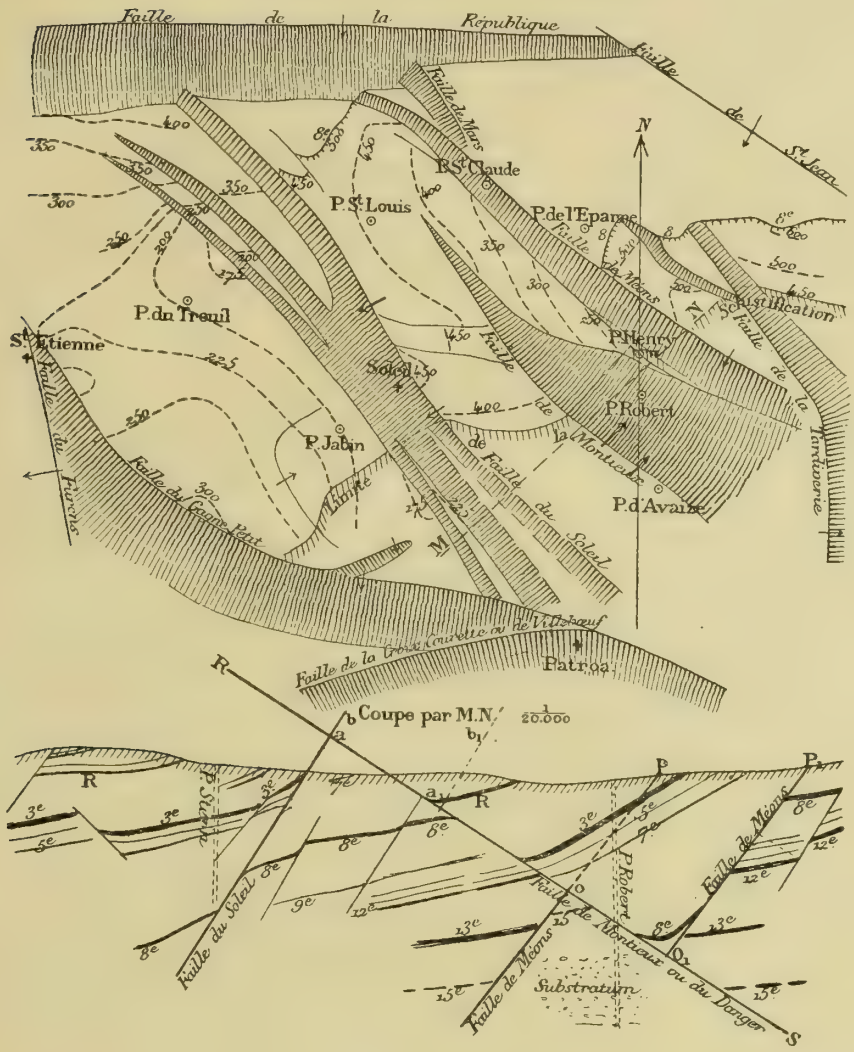
Formes des failles

Les failles du terrain houiller, je l'ai déjà dit, sont peu inclinées ; elles plongent généralement, à Saint-Étienne, sous un angle de 45° ; la faille de Montieux n'a même que 35°, et celle de Méons que 17°, au point où la traverse le puits Verpilleux. En direction, elles sont susceptibles de présenter des coudes, et, suivant la pente, des marches d'escalier, résultant d'affaiblissement ; les couches sont recourbées et entraînées par elles, sauf quand il s'est joint un effort de compression horizontale, auquel cas les couches peuvent s'être retournées en sens contraire, d'une manière qui rappelle les recoutelages.

Les failles ne sont ni constantes en hauteur, ni continues en longueur. Beaucoup, et des plus grandes, commençant à zéro, comme les failles du Montcel, de Polignais, de Saint-Simon, de Montieux, acquièrent rapidement une grande importance, et quelques-unes se terminent, tout à coup, à d'autres. Sur la figure 56, représentant le relief de la 8e, découpée et rejetée, par de grandes failles maintenant bien connues, au N.-E. de Saint-Étienne, on voit la faille de Montieux commencer à zéro, la faille de Méons, accompagnée de deux failles convergentes, finir net à la faille de la République, ainsi que la faille du Soleil et ses ramifications. Les failles de Saint-Jean, du Devois et du Crêt de Mars se terminent également à une

Figure 56.

Plan topographique de la 8e couche.



extrémité. La faille de Mars et la faille du Buisson s'évanouissent aux deux bouts. La grande faille du Breuil, formant le versant Est du petit bassin de Latour, est deux fois plus puissante au milieu qu'au Nord des travaux, et se raccorde, au Sud, avec les affleurements. Les failles de Fraisse et du Montcel se dépassent par les extrémités et se suppléent, etc...

Failles perpendiculaires entre elles.

Comme il y a des soulèvements ou des affaissements relatifs, limités aux deux côtés d'un angle, de même, il existe des failles conjuguées s'arrêtant l'une à l'autre,

comme, par exemple, la faille de Landuzière et du Cluzel, ou, si elles se croisent, changeant de sens d'inclinaison, comme celles du Dorlay, qui paraissent résulter d'un soulèvement bissecteur, combiné avec l'enfoncement de la vallée du Gier.

Les failles récentes sont arrêtées par les plus anciennes.

Il est à remarquer que les failles les plus récentes buttent et s'arrêtent aux plus anciennes, contrairement à la loi des filons. Sur la carte géologique de M. Gruner et sur notre coupe (fig. 41, p. 145), on voit des failles, à peu près parallèles et de même sens, se succéder depuis Roche-la-Molière jusqu'à Saint-Jean, et s'arrêter, en quelque façon, à deux lignes Est-Ouest, suivant lesquelles existent de puissants rejets et des accidents de formation ; il a fallu la démonstration matérielle, par les travaux de mines, pour s'en laisser convaincre. Les premières sont des cassures transversales nettes qui ne relèvent pas les couches ; elles sont incontestablement plus récentes que les autres.

Failles rejetées les unes par les autres.

Les rejets de failles, les unes par les autres, sont choses rares et obscures. Cependant, si l'on fait l'épure des failles du Soleil, de Montieux et de Méons, suivant la ligne MN de la figure 56, on remarque, tout d'abord, que la faille du Soleil ne saurait avoir coupé celle de Montieux, et que, si l'une a rejeté l'autre, c'est plutôt celle de Montieux. On avait cru observer que cette faille se perd au Sud, à la rencontre de la faille du Soleil, comme si celle-ci pouvait couper celle-là ; mais une section passant par l'Éparre, où a été exploitée la 13e jusqu'à cette dernière faille, fait ressortir l'impossibilité de cette combinaison. D'un autre côté, le puits Bel-Air ayant trouvé, vers 150 mètres, une faille orientée comme celle du Soleil, on en avait conclu que cette dernière coupe celle de Montieux, qui manifeste son existence au même puits, par le relèvement des couches à l'Ouest ; mais il n'en est rien : la faille du Danger RS rejette positivement celle du Soleil, et aussi la faille de Méons, de la position OP à celle $O_1 P_1$, contrairement à la manière de voir de M. Gruner (2e partie, p. 187) ; cela explique pourquoi le puits Robert est tombé directement des couches moyennes dans le substratum. Ces failles ont donc joué entre elles comme les filons, la pesanteur aidant, ce facteur constant de la dynamique terrestre ; la faille du Danger, la plus récente, a coupé les deux autres, et descendu considérablement tout ce qui est situé à son toit. Il paraît bien, aussi, que la faille de Sainte-Marie est une partie rejetée de la faille du Mouriné par la faille de Saint-Félix, parallèle au Pilat.

Failles transversales et failles longitudinales.

M. Gruner distingue les failles longitudinales et les failles transversales. Comme on le voit sur la figure 56, les failles transversales stérilisent, en projection horizontale, les couches d'une quantité qui n'est pas compensée, entre Roche et Saint-Jean (fig. 41, p. 145), par le développement de leur pendage ; il y a donc eu allongement suivant l'axe, et cet allongement est visiblement une conséquence de l'affaissement général du centre du bassin. Les failles en long, plus droites et redressant les couches, enrichissent plutôt le terrain houiller, par suite de la réduction du bassin en largeur.

Rapports des failles avec les bords du bassin.

De même que les failles transversales s'arrêtent aux failles longitudinales, de même les grands accidents intérieurs se terminent aux failles limites, ou vont finir au bord du Bassin de la Loire ; le fait a aussi été constaté en Angleterre. Il existe, en effet, de très puissantes failles, dans le milieu de notre bassin, qui s'effacent sur ses bords. La faille de l'Angonan ne paraît traverser le Rigodin que très affaiblie, sans atteindre sérieusement la lisière Sud. La faille des Maures, peu importante au Sud, augmente très rapidement au Nord, par suite de la grande différence d'inclinaison des couches d'un côté à l'autre, puis, par le relèvement des couches du côté où la plongée est maximum, se termine au Devais. Le faisceau des grandes failles, qui passent au col de Terrenoire, doit perdre, vers le Sud, beaucoup de l'énorme amplitude que, toutes réunies, elles ont à Patroa ; car, à l'Est, la pente des terrains est presque nulle, tandis qu'à l'Ouest elle se maintient très forte ; c'est ce qui fait qu'à Janon le rejet total doit avoir diminué de plus de la moitié de l'énorme épaisseur du terrain subpermien, en sorte que, si l'entraînement charbonneux de Sainte-Marie est sur le plan de la faille du Mouriné prolongée, celle-ci diminue encore vers la Palle, où, par suite, les couches d'Avaize peuvent se trouver à faible profondeur. La faille du Furens, qui a plus de 700 mètres de hauteur à la Porchère, va aussi se réduisant au Nord, en raison de ce que les couches, de plus en plus inférieures de l'Ouest, se mettent successivement en face de la Brèche. De même, et pour la même raison, la faille de Landuzière diminue vers l'Ouest et ne marque plus, arrivée au terrain primitif.

Les grands accidents, dont je viens de parler, jouent avec les affaissements et rétrécissements des bassins du Centre de la France, et leur rôle est considérable dans la structure générale. Par eux, le Bassin de la Loire est plus accidenté dans l'intérieur que sur les bords, ce qui est incompatible avec l'idée que sa conformation résulte de mouvements s'étant exercés après coup sur un terrain solide et cassant.

Rapports des accidents de la lisière avec les failles de l'intérieur.

Réciproquement, les accidents de la lisière ne pénètrent pas dans l'intérieur des bassins houillers, à moins de rentrées du terrain primitif, comme au Chambon.

Il ne me reste plus, pour achever ce que j'avais à dire des failles, d'après mes propres observations, qu'à expliquer l'influence qu'elles ont eue sur le relief actuel du sol.

Influence qu'ont eue les soulèvements et les failles sur le relief actuel du sol.

Il y a évidemment eu des ablations considérables de terrain houiller emporté par les érosions, mais elles n'ont pas pris, chez nous, de grandes proportions, comme dans le Nord de la France et dans le Gard, où la mer et la glace ont enlevé, indistinctement, toutes les inégalités, dont quelques-unes étaient de véritables montagnes, et creusé des ravins profonds sans rapport avec l'infrastructure du sol.

A Saint-Étienne, il y a des rapports évidents entre le relief du sol et la charpente géométrique du terrain houiller. Les vallées de l'Ondaine, du Cluzel et du Furens coïncident avec des failles qui ont dirigé les premiers cours d'eau ; la ligne d'écoule-

ment des petits ruisseaux a souvent été déterminée par des accidents secondaires ; la vallée du Gier a été ébauchée par l'affaissement de la vallée houillère ; la ligne de faîte, séparative du bassin du Gier d'avec le bassin du Furens, ou de l'Océan d'avec la Méditerranée, me paraît même avoir été engendrée par le mouvement qui a concentré les derniers dépôts autour et à l'Ouest de Saint-Étienne.

Par suite de l'encaissement du bassin, les érosions n'en ont pas détruit une grande partie ; elles n'ont pas été importantes du côté de la Chazotte ; elles sont à peu près nulles aux bords du bassin de Rive-de-Gier, les couches inférieures, dépassées de peu par les couches supérieures, étant restées intactes.

Il faudrait supposer des dégradations, absolument hors de proportion avec les causes qui les ont pu produire à Saint-Étienne, si l'on se refusait d'admettre nos conclusions touchant les mouvements d'affaissements et les accidents contemporains de la formation, dont nous avons, partout et à tous les points de vue, trouvé des preuves très probantes. Sans cela, il faudrait se résigner à croire, contre toute vraisemblance et même contre toute possibilité, que plus de mille mètres de terrain houiller auraient été enlevés dans la vallée de l'Ondaine, à Saint-Genest-Lerpt, etc... Il faudrait, aussi, négliger ce fait significatif, que les plus grandes érosions n'ont pas rétréci les limites du bassin ; tout au contraire, celle du Furens les a agrandies, comme si elle coïncidait aussi avec quelque vallonnement local du berceau de la formation.

En somme, les érosions n'ont pas changé sensiblement les limites des dépôts houillers, qui se sont accumulés dans des bassins fortement encaissés, et dans lesquels ils nous ont été conservés à l'abri des dégradations du temps.

RÉSUMÉ FINAL DES CHAPITRES III ET IV.
RECHERCHE DE LA HOUILLE.

Dans ces dernières pages, je me propose de résumer quelques-unes des circonstances qui ont présidé à la formation des bassins houillers et de poser quelques principes, utiles à consulter dans les recherches de houille.

Il a été établi, dans tout le corps de ce mémoire, par l'analyse des faits, de nombreuses propositions sur la houille et les roches auxquelles elle est subordonnée. Ces propositions ont été récapitulées à la fin des chapitres I et II. Il me reste à résumer celles des chapitres III et IV. C'est ce que je vais essayer de faire dans un tableau où je relierai les solutions de géologie obtenues, comme on achève une peinture par touches.

L'exposition suivante a principalement trait aux bassins houillers du Plateau central de la France, et notamment au Bassin de la Loire.

Nous avons démontré, de plusieurs manières différentes, que les dépôts se sont opérés, généralement, à peu de profondeur d'eau, ce qui a permis à la végétation de s'aventurer clairsemée, plus ou moins loin, dans l'intérieur des bassins géogéniques. Il s'en suit que les couches n'ont pu continuer à s'accumuler que grâce à l'affaissement, en quelque sorte continu, du bassin de dépôt pendant sa formation. L'énorme épaisseur, qu'ont certains terrains houillers très circonscrits, à paroies plus ou moins escarpés, donne la mesure de l'affaissement contemporain des dépôts.

Les bassins isolés ne sont pas, comme on l'a dit, les lambeaux, aujourd'hui détachés, d'une formation générale démantelée; ils ont, chacun, une individualité distincte, et se sont formés séparément dans des fonds de vallée sujets à affaissements, où se rendaient, tour à tour ou simultanément, les débris végétaux enlevés à de vastes marécages environnants et les détritus minéraux entraînés par le ruissellement des eaux de grandes pluies, sur les pentes dénudées d'un bassin hydrographique, mal établi et peu étendu.

Le sol émergé était accidenté et oscillait à tout moment; il régnait une lourde atmosphère chaude et humide, favorable à la décomposition chimique et à la désagrégation physique de roches primordiales tendres, restées à nu, car — et je crois l'avoir suffisamment démontré ailleurs, — la végétation amie des eaux était alors cantonnée dans les bas-fonds. Les détritus minéraux, incomplètement décomposés, et non délavés par un long transport, ont été emportés et déposés avec un ciment latent, qui a rapidement consolidé les roches, lesquelles n'ont pas été, souvent, plus réduites par le tassement que les dépôts hydrochimiques.

Il passait sur le Bassin de la Loire, en voie de formation, un cours d'eau principal, venant de l'Ouest ou du Nord-Ouest, qui le traversait dans toute sa longueur ; dominant les affluents latéraux, il exerçait un pouvoir d'entraînement considérable, car les poudingues se trouvent répandus partout et à tous les niveaux, les couches de houille sont à peu près équidistantes, et les dépôts se sont, dans l'ensemble, formés horizontalement et à peu de profondeur, comme en témoignent les souches en place.

Or, le grand courant précité apportait du limon feldspathique, et les affluents secondaires des détritus quartzo-micacés. Ces deux sortes de sédiments ont été charriés simultanément pendant la formation productive, mais les premiers surpassent, de beaucoup, les autres. Le grand courant était alimenté par les cours d'eau qui baignaient, vers le Nord et l'Ouest, les régions granitiques du Forez ; les affluents descendaient des terrains micaschisteux environnants.

Lorsqu'il y avait permanence dans les conditions générales de transport et de dépôt par les eaux, les roches fines succédaient aux roches grossières, et la houille en marquait le terme; il y avait, alors, arrêt dans l'affaissement et, le vase étant à

peu près plein, les alluvions restaient en arrière, en attente, en amont du bassin géogénique.

Il paraît, en effet, hors de doute que les roches, accompagnant la houille, ont subi, avant le dernier transport, l'influence de la décomposition végétale, au pied des marais boisés; tout le terrain houiller productif paraît avoir passé par cette préparation. Pendant qu'elle s'effectuait, le transport du limon était, en quelque sorte, suspendu ; les eaux, filtrant à travers les végétaux denses des marais, n'entraînaient que des débris de plantes ; une boue noire de végétaux macérés découlait des marécages, comme de certains fonds bourbeux, à la moindre rupture de digues. L'état de conservation des fossiles suppose des opérations, sinon lentes, du moins continues, jusqu'à ce qu'un nouveau mouvement, ou changement de l'état de choses, fît cesser l'inondation des régions basses et attirât, sur les matières végétales accumulées en couche au fond de l'eau tranquille, la vase et surtout les sables, qui s'étaient imprégnés en arrière de produits charbonneux.

L'appel ultérieur des sédiments grossiers par des cours d'eau, dont le toit des couches de houille porte la trace, paraît bien avoir été provoqué par un affaissement de l'aire des dépôts, surtout, lorsqu'à des roches fines succèdent des poudingues à grandes parties. A l'affaissement, s'est même combinée une modification générale du relief de la contrée, lorsqu'aux roches d'origine granitique font suite, sans mélange, des roches micacées grossières, ce qui se présente plusieurs fois dans le Bassin de la Loire. Il a fallu, en effet, des mouvements orogéniques d'une certaine importance pour avoir dévié, ou même supprimé, le courant principal, lorsque, après la formation des couches de Saint-Étienne, a cessé l'apport des roches feldspathiques, et a commencé le dépôt exclusif des détritus micacés. Aussi, chaque grande substitution des roches micacées aux roches feldspathiques, ou inversement, est-elle marquée par une nouvelle conformation du vase de dépôt et une discordance de stratification ; c'est, à dater des grattes de Saint-Chamond, qu'a été ébauché le Bassin de Saint-Étienne, dont elles constituent le substratum.

Nous avons vu, chez nous, que, à l'époque houillère, il s'est produit des mouvements de sol fréquents, sous forme d'ondulations, ou même de ressauts brusques, à la suite de secousses violentes, comme les tremblements de terre.

Les déformations du bassin sont essentiellement discontinues, de directions variées, comme il n'a pu s'en produire que dans un terrain fondamental non consolidé, flexible, ou tout au moins susceptible de déplacements faciles dans les masses profondes.

Les bassins du Centre de la France se sont creusés, pendant leur formation, par un affaissement lent et saccadé du sol de dépôt, ce qui a produit, par compensation, le relèvement latéral des roches anciennes. Ils étaient ébauchés dès l'origine, parce que les couches moyennes débordent sur les couches inférieures, qui n'affleurent pas toujours, et ils s'accentuaient pendant la formation, les dépôts étant amincis au

bord sans étirement. D'où il est résulté que certains bassins ont des couches inférieures cachées, des couches moyennes affleurant sur la lisière, et des couches supérieures en retraite vers l'axe et plus ou moins restreintes. En même temps que se creusaient les bassins, leur ligne de fond se déplaçait; le centre de dépression cheminait, en même temps, vers une extrémité, d'où suit, dans beaucoup de cas, que les affleurements des couches présentent une disposition en fer à cheval.

Pendant que se modelaient les bassins houillers, l'affaissement était rarement uniforme dans toute leur étendue; il se différenciait d'un endroit à un autre, et, ainsi, se préparait la subdivision de nos bassins en compartiments distincts.

C'est dans l'intérieur des encuvements que se sont régularisés les dépôts; sur le bord, ils sont plus minces, et les couches de houille plus mauvaises, et il s'est souvent déclaré des failles. Là où ne se sont pas formées les couches de houille, au lieu donc de supposer, avec les partisans de la formation sur place, que c'est à cause d'une eau profonde, c'est, plutôt, par suite d'un exhaussement du sol de dépôt.

Les bassins, dits marins, n'échappent pas à ces règles; ils se sont seulement formés sur un sol plus faiblement mouvementé, dans de vastes dépressions, situées sur le bas parcours de cours d'eau plus étendus; reposant sur un sol affermi, ils n'ont guère été plus sujets à des déformations locales que le Jura Noir, ou tout autre formation charbonneuse moderne.

Revenant aux circonstances de formation de nos bassins houillers, nous pouvons croire que celui de la Loire était environné de grandes forêts marécageuses, principalement à l'embouchure du cours d'eau principal, car elles ont fourni, à plusieurs reprises, chaque fois que les circonstances devenaient favorables, la matière de très puissants dépôts charbonneux.

Nous avons vu que la matière charbonneuse est répandue dans tout le terrain houiller productif. Mais, à Saint-Étienne, elle est particulièrement concentrée dans les horizons charbonneux de la 3^{e}, de la 13^{e} et de la 15^{e}; sur l'étendue occupée par chacun de ces horizons, il existe des parties stériles; mais, on y trouve et on peut espérer y découvrir de très grandes richesses.

Du moment qu'un bassin houiller offre un horizon charbonneux attestant l'existance, à ses portes, pendant la formation, de vastes marécages boisés, il présente, à mon avis, les conditions requises pour en renfermer d'autres dans le même étage local, pendant le dépôt duquel le régime sédimentaire n'a pas varié considérablement. D'après cela, les bassins du Gard et de Brassac peuvent contenir de grandes ressources en houille. Le bassin de Langeac est mal partagé sous ce rapport.

Après la formation, les mouvements d'encaissement, qui ont limité les dépôts et présidé à leur distribution inégale, ayant continué dans le même sens, ont relevé les couches au bord des bassins et sous-bassins, souvent limités, d'un côté, à des parois verticales et même renversées, continué certaines ondulations par des failles d'étirement et disloqué entièrement le terrain houiller; car, il y a peu de cas-

sures nettes, dans ce dernier, s'étant produites après sa consolidation complète. Nous avons vu des relations entre les accidents de dépôt, les pendages et les failles. Les failles contemporaines, consécutives et postérieures, par leur importance, leur peu d'étendue et la variété des allures, dénotent, de concert avec les mouvements d'encuvement restreints, que nous avons rappelés ci-dessus, également un terrain primitif, susceptible d'onduler fortement sans se casser ; elles correspondent, en effet, à des inflexions et non à des ruptures du micaschiste ; elles sont peu inclinées, discontinues, se ramifient et changent beaucoup dans leur trajet. Les premières nées ont arrêté les autres. Les accidents augmentent, ou se compliquent, dans l'intérieur des bassins, et, subordonnés aux affaissements, ils accusent des dénivellations qui dépassent souvent 500 mètres.

Les érosions ultérieures, facilitées surtout au début par des cassures dans les terrains encore tendres, et dirigées par les crevasses anticlinales et les vallonnements généraux de la surface émergée, ont enlevé des demi-cuvettes, toutes entières. Mais, nombre de dépôts sont presque intacts ; dans ce cas, les affleurements charbonneux sont mauvais ; en s'en éloignant, on a des chances de trouver des couches de houille exploitables.

RECHERCHE DE LA HOUILLE.

Tout ce que nous avons dit du terrain houiller, comme conformation, allure de couches et de failles, peut être utile à connaître pour l'ingénieur qui s'occupe de recherches de houille.

Tout d'abord, il n'y a pas grand chose à espérer des terrains qui ne présentent pas la marque d'un profond encaissement ; les plaquages houillers qui, s'étant formés dans les plus petites dépressions du sol, doivent avoir été fréquents, ont, la plupart, été détruits par les érosions, à cause de leur faible épaisseur, et ceux qui ont résisté, abrités derrière quelque pli de terrain, à Saint-Perdoux (Lot), à Chonas et à Vienne (Isère), à Sumène et au Vigan (Gard), etc., n'ont donné aucun bon résultat industriel.

Un très grand nombre de recherches infructueuses ont appris qu'il n'y a pas de houille, partout, dans le terrain houiller, du moins avantageuse à exploiter. A Saint-Étienne, nous avons vu le charbon diminuer et s'altérer au débouché des affluents secondaires qui, ayant apporté du limon micacé stérile, ont schistifié les couches. En dehors de ce cas, les circonstances, qui environnent les beaux gîtes de houille, sont de celles qui résultent, précisément, des phénomènes que nous avons décrits plus haut comme ayant spécialement présidé à leur formation : les grès sont décolorés entièrement ou prennent, exposés à l'air, une légère teinte jaune-clair, provenant de l'oxydation du carbonate de fer ; les grès fins renferment beaucoup de

parcelles charbonneuses ; les schistes sont noircis par des substances végétales à moitié dissoutes, qu'ils ont empruntées aux marécages ; ils forment des bancs épais et répétés ; le gore et le mannifer accompagnent constamment la houille, ainsi que le schiste charbonneux ; il y a beaucoup d'empreintes de plantes et du carbonate de fer dans le bon terrain de houille. Partout, les dépôts fins sont favorables, mais je ne crois pas que la rareté du schiste soit à craindre, car les grandes couches de grès sont, en Haute-Silésie, les fidèles compagnes des couches de houille ; les grès et les roches compactes sont même préférables au terrain trop schisteux, lequel est généralement pauvre et ne renferme que des filets de charbon. Les terrains sauvages, rebelles à la houille, sont les grès non décolorés ; et les grattes en lentilles isolées dans les schistes très argileux. Il semble qu'il n'y ait à découvrir de couches de houille importantes que dans les roches de désagrégation lente par voie chimique.

Lorsque toutes ces conditions sont remplies, il y a lieu, dans la recherche des mines de houille, de s'éloigner des bords de la formation, et, non moins, des dépôts irréguliers et argileux ; et la meilleure situation qu'on puisse prendre, toutes choses égales d'ailleurs, est sur les roches en bancs réguliers, épais et bien cimentés.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CHAPITRE I.

Constitution géologique des couches de houille : distribution, extension, composition et modifications, accidents de dépôt, etc..

PRÉLIMINAIRES..... 1

SECTION I. — Distribution générale, dans le terrain houiller productif, des couches, bancs, veines et filets de houille.

Répartition des couches de houille..... 4
Variations des faisceaux de couches..... 4
Régions favorisées..... 5
La houille forme, en certains endroits, une proportion notable du terrain. 5
Termes de liaison de la houille avec les autres roches..... 5
Schiste charbonneux..... 5
Il s'est, pour ainsi dire, constamment déposé de la matière charbonneuse. 6
Il est impossible de séparer la formation de la houille de celle des roches interstratifiées..... 6
Examen comparé des terrains houillers du Nord de la France..... 6
Richesse des terrains houillers dits marins..... 7
Culm dans l'Oural, le Roannais et la Basse-Loire..... 7
Pauvreté en houille du terrain permien..... 8

SECTION II. — Horizons charbonneux. — Puissance, extension, continuité et persistance des couches de houille.

Horizons charbonneux..... 8
Couches des bassins limniques et paraliques..... 8
Continuité des couches..... 9
Pittsburg-Coal..... 9
Explications de M. Lesquereux..... 9
Observations tirées de la constitution du terrain..... 10
Transaction entre les deux théories de la formation de la houille..... 11
Couche de Dombrowa..... 11
Présence des *Stigmaria* dans la houille..... 11

Houille de *Stigmaria* formée sur place 11
Rôle subordonné des *Stigmaria* 12
Altération des couches à proximité des bords du dépôt 12
Formation charbonneuse mixte 12
Elle n'a rien d'analogue avec la tourbe de Sphaignes 12
Galets de roches cristallines trouvés inclus dans la houille 12
Ils impliquent pour la houille, comme pour les schistes, un dépôt sous l'eau 13
Au reste, la continuité des couches de houille est en rapport avec la ténuité, la légèreté et la forme des matériaux qui les ont formées 13

SECTION III. — **Subdivisions, ramifications, conjonctions des couches de houille.**

Composition des couches de houille 14
Indépendance des bancs de charbon 15
Les couches de houille sont des collectivités 15
Division des couches 15
Dispersion des couches 15
Conjonction des couches de houille 16
Anastomoses des couches 17
Le dépôt inégal du grès est la cause principale de l'écart variable des couches de houille 17
Dédoublement des couches de houille 18
Ramification des couches 18
Divergence des couches 19
Un temps considérable a pu s'écouler entre la formation de deux bancs de houille consécutifs 20

SECTION IV. — **Dégénérescence des couches de houille.**

Signes avant-coureurs de la dégénérescence 21
Manière dont se produit la schistification :
1° dans la 13e couche 21
2° dans la 8e couche 22
La dégénérescence schisteuse est très commune 22
Pour n'être pas reconnue dans les terrains houillers, dits marins, elle n'en est pas moins certaine 23
Couches de houille manquées 23
Transformation de la moure en argile charbonneuse 23
Dégénérescence de la houille en gore 23
Passage de la houille au grès noir 24
Houille gréseuse 24
Houille minéralisée 25
Schistification générale des couches 25
1° A l'Est de Saint-Étienne 25
2° Au Sud-Est de Saint-Chamond 26
3° En plusieurs autres endroits du Bassin de la Loire 26
Altération des couches dans le Bassin du Gard 26

SECTION V. — **Coupes et variations des couches de houille du Bassin de la Loire en général.**

Variations particulières des couches du Bassin de la Loire..... 27
Couches de Rive-de-Gier..... 27
Couches de Saint-Étienne : 15e couche..... 28
Couches de Saint-Chamond..... 28
14e couche de Saint-Étienne..... 29
13e couche..... 29
Faisceau des 9e à 12e..... 29
Zone brouillée du puits Saint-Louis, précédant la schistification des petites couches..... 29
8e couche..... 30
Groupe moyen, 7e couche..... 30
3e couche..... 30
2e couche et couche des Trois-Gores..... 31
Couche des Rochettes et couche des Littes..... 31
Variation des couches des terrains dits marins..... 32
Couches d'anthracite du Roannais..... 32

SECTION VI. — **Description anatomique des couches de Roche-la-Molière en particulier.**

Couche de Roche-la-Molière..... 33
Couche de la Grille (12e)..... 33
Dédoublement de la couche de la Grille..... 34
Dédoublement Buat (B)..... 34
Dédoublements du Buisson (B')..... 35
Remarques au sujet de ce dédoublement..... 36
Dédoublements B' et B''..... 37
Couche du Péron (11e)..... 37
Couche du Sagnat (10e)..... 38
Couche Siméon (8e)..... 38
Résumé des faits ci-dessus décrits..... 39

SECTION VII. — **Dépôts adventifs et parasites des couches de houille : lentilles et boules de grès ou de schiste incluses, rig-and-rock, rolls, horses, swells, etc..**

Lentilles et boules de grès dans la houille..... 40
Formation de grès, terminée en lentille, dans l'intérieur de la 15e couche, au Fay..... 41
Amas de grès dans la 3e Brûlante (7e bis)..... 41
Escaliers et masses de schiste, de grès, en dedans des couches de houille *(Rig-and-Rock)*..... 42
Bosses du mur en fausse sole *(Swells)*..... 42
Barrages du toit *(Rolls)*..... 42
Erosions *(Horses)*..... 43
Caractères mixtes de certains barrages du toit..... 44
Ils participent des serrées et correspondent à des courants d'eau datant de la formation de la houille..... 44
Érosion de la 3e couche à l'Est de Montmartre..... 44

SECTION VIII. — **Rapport des couches de houille avec leur toit et leur mur.**

Rapport entre la houille et les grès encaissants..... 45
Toit et mur des couches de houille dans le Centre de la France..... 47
Toit et mur des couches de houille dans le terrain houiller paralique... 48
Toit et mur des couches de houille dans les formations carbonifères marines 49
Possibilité de la formation de la houille dans la mer, à l'abri des vagues. 49
Circonstances difficiles à concilier..... 50
Rapports constants entre la houille et les roches encaissantes..... 50
Des ondulations et ressauts du mur des couches de houille..... 50

SECTION IX. — **Mouvement du sol de dépôt, pendant la formation des couches de houille.**

La houille s'est déposée horizontalement sous les eaux courantes..... 52
En corrigeant les inégalités du mur, elle s'est prêtée à la formation de couches irrégulières..... 52
Il faut s'attendre à trouver, sur le Plateau central, beaucoup de couches de houille très affectées par les mouvements du sol de dépôt..... 52
Disposition de couches s'expliquant par un ressaut contemporain de leur formation..... 52
Preuves de mouvements, pendant la formation des couches de houille... 53
Des failles, changeant les dépôts, ont commencé à se produire pendant la formation même des couches..... 54
Dans les terrains houillers, dits marins, le sol de dépôt affermi ne se prêtait pas à des ressauts, ou autres mouvements ondulatoires, pendant la formation des couches..... 55

SECTION X. — **Amincissements, renflements des couches. — Gisements en chapelets et en amas.**

Critérium de l'amincissement des couches de houille..... 56
Caractéristique des serrées de dépôt..... 56
Les serrées de formation ont été produites par des courants d'eau..... 56
Les serrées et étranglements se lient aux autres accidents de dépôt des couches de houille..... 58
Étreintes irrégulières (Coufflées)..... 58
Renflement des couches de houille..... 58
Amas, leur analogie avec les renflements de couche..... 59
Amas de formation..... 59
Gîtes en chapelets ou en amandes isolées..... 60
Couche en chapelet..... 60
Système d'amas dispersés..... 60
Les systèmes d'amas dispersés représentent des couches de houille complexes..... 60
Communauté de formation des amas avec les roches encaissantes..... 60
Systèmes d'amas de Montchanin..... 61

SECTION XI. — Du tassement et de l'écoulement sous pression de la matière charbonneuse, comme cause des gîtes irréguliers.

1° Tassement naturel de la houille 62
Le tassement de la houille n'est pas cause des irrégularités de son gisement normal 62
La présence de masses de grès, seule, lui a fait produire, comme au schiste, quelques déformations 63
C'est que la houille a pris beaucoup de consistance, pendant son dépôt même 63
La houille ordinaire, cristalline, s'est rapidement solidifiée 63
2° La houille argileuse, au contraire, s'est laissée laminer et présente une structure contournée 63
Tassement inégal de la houille sous les roches en masses divisées 64
Tassement de la houille en dépôts réguliers et irréguliers, non dérangés .. 64
3° Déformations des couches de houille en terrains bouleversés 65
Gisement du Creuzot 65
Divagation des couches dans les plis de terrain 66
Recoutelages 66
Formes dérivées du recoutelage 66

SECTION XII. — Gisements comparés des houilles-stipites, des houilles-lignites et du lignite imparfait.

Couches de houille-stipite, ou mésolithique 67
Couches de houille-lignite 67
Couches de lignite proprement dit 68
Lignite xyloïde 69

SECTION XIII. — De la formation actuelle des combustibles fossiles et de la nécessité où l'on est de reconstituer de toute pièce le passé des houilles.

Les lignites les plus récents, eux-mêmes, ne se forment plus de tous points dans le monde vivant 69
Les tourbes sont des formations joviennes de pays froids et humides 70
Il ne se forme actuellement sur le globe aucun dépôt charbonneux, dans les conditions où est née la houille 70
Les conditions de formation des combustibles fossiles ont changé pendant et, surtout, à la fin des temps géologiques 70
Opinion récente de M. Gümbel 71
L'état de choses ancien, qui a présidé à la formation de la houille, est à restaurer de toutes pièces 71
Règles des faits et résumé des conclusions concernant la constitution et la formation des couches de houille 71

CHAPITRE II.

Formation des roches et des dépôts houillers.

PÉTROGRAPHIE

SECTION I. — Roches de dépôt chimique.

Calcaires marins et d'eau douce 77
Minerai lithoïde des houillères, sidérose (Eisenstein, Ironstone) 77
Nature chimique du carbonate des houillères 77
Débris organiques inclus 78
Sphérosidérites 79
Bandes de minerai lithoïde argileux 80
Blackband. — Kohleneisenstein. — Houille minéralisée 80
Considérations sur l'origine du carbonate des houillères 81
Le carbonate lithoïde n'est pas forcément lié à la houille, ni comme quantité, ni comme position 81
Il est possible que le fer du terrain houiller provienne, en général, de la décomposition des roches préexistantes 82
Cependant, le carbonate de fer dérive de source lorsque, par exemple, il est associé au carbonate de chaux 82
Il y a eu des émanations de sesquioxyde de fer boueux, et le carbonate lithoïde paraît en avoir pu naître, en certains cas 83
Processus de l'action des débris végétaux en décomposition sur le peroxyde de fer 83
Mais, le carbonate des houillères provient, ordinairement, de la décoloration des limons 83
Aucun parallélisme ne saurait être établi entre ce carbonate et le minerai des marais 84
Résumé des conclusions 84
Formation de la pyrite de fer dans la houille 85

SECTION II. — Roches de source et roches éruptives.

Roches moyennement rouges 85
Argile rouge-chocolat 86
Grès quartzite, — Kieselschiefer, — Pierre carrée, etc 86
Dépôt siliceux du Bassin de la Loire 87
Houille silicifiée 87
Roches éruptives, Talourine, etc 87

SECTION III. — Du gore blanc et de sa formation.

Caractères physiques du gore blanc 88
Conservation des végétaux fossiles inclus 88
Tableau d'analyses chimiques 89
Observations 89

Particularités offertes par la roche 89
Gisements principaux 89
Le gore blanc est une roche du Plateau central de la France 90
Sur l'origine du gore blanc 90
Le gore blanc est-il un produit naturel de la décomposition du feldspath des roches anciennes ? 90
Ou est-il un produit éruptif ou de source ? 91
Tout porte à croire que c'est une roche feldspathique d'épanchements boueux, demi-liquides, à faible température 91
Les nappes de gore blanc sont en rapport avec les dislocations qui se sont produites au Centre et au Sud-Ouest du Bassin, pendant la formation .. 92

SECTION IV. — Schiste et grès houillers.

Schiste argileux 93
Gore 93
Mannifer 93
Glaise 93
Grès 93
Grès argileux 94
Grès au contraire délavé et quartzeux 94
Grès plus ou moins grossier 94
Gratte et poudingue 95
Brèche 95
Passage du schiste au grès et formation de ces roches 95
Les grès et les schistes sont nés ensemble 95
Ils sont dus à la désagrégation, par voie chimique, des roches préexistantes. 96
Ils proviennent, en minorité, des bords du bassin 96
Roches de la houille 97
Les roches, avoisinant la houille, ont un facies particulier 97
Elles le doivent à une longue élaboration au pied des forêts marécageuses avant le dépôt 97
Conditions de gisement de la houille 98
Elle est solidaire des roches encaissantes 98

SECTION V. — Caractères lithologiques des dépôts houillers. — Cimentation, tassement des roches. — Métamorphisme.

Nature du limon houiller 98
Liant des roches 99
Les roches dures se sont consolidées d'elles-mêmes 99
Preuve tirée des brèches de gore 100
Tassement des roches 100
Il a été faible et ne dépasse pas, en total, 1/10 100
Métamorphisme 100
Il s'est produit par voie hydrochimique 101
La chaleur souterraine, non plus que le poids des terrains, n'a contribué sensiblement à la consolidation des roches 101

SECTION VI. — Roches organiques.

Grès de *Bacillarites*, Stur 102
Psammites de *Vermis transitus*, Gr 104

STRATIGRAPHIE

SECTION VII. — Structure, formes et arrangements des dépôts.

Proportion du schiste et du grès 104
Structure interne et forme des dépôts 104
Alternance et enchevêtrement 105
Distribution inégale des grès 105
Balance des épaisseurs par les schistes 106
Régularité comparative des couches de houille 106
Joints de stratification (dessolardes) 106
Remaniements et érosions 106
Le sol de dépôt n'a, pour ainsi dire, pas émergé 107
Empreintes de pluie authentiques 107

Annexes.

Stratification oblique ou croisée (False Bedding). Pieds droits 107
Dépôts irréguliers 109

SECTION VIII. — Parallélisme, convergence, discordance de stratification. — Formation par un ou plusieurs cours d'eau.

Parallélisme des couches 110
Convergence partielle 111
Discordance 112
Convergence générale des couches 112
Ce n'est pas celle qui caractérise les dépôts lacustres 113
Il n'y a, d'ailleurs, rien d'absolu sous ce rapport 113
Dispositions relatives des roches, de nature et de provenances différentes, dans le Bassin de la Loire 114
Des affluents secondaires ont apporté des éléments disparates dans la constitution des bassins houillers 114
Les roches de nature différente alternent en coins 114
Elles ne sont pas également riches en houille 114
Des révolutions complètes dans le régime sédimentaire les ont fait dominer les unes sur les autres, ou même remplacer les unes par les autres 115
Leur alternance est plus ou moins générale et répétée 116
Un grand cours d'eau principal paraît avoir constamment prévalu sur les affluents 161

SECTION IX. — Conditions générales des dépôts houillers.

Principes de la sédimentation 117

En vertu de ces principes, on doit admettre que le Bassin de la Loire ne s'est pas formé dans un lac, mais sous l'entraînement d'une masse d'eau peu épaisse..... 118
Témoins des directions variées et des changements des cours d'eau..... 119
Conclusion relative au Bassin de la Loire..... 119
Cause réelle de la schistification des couches de houille..... 120
Durée des dépôts houillers et de la formation houillère tout entière..... 120

CHAPITRE III.

Formation des bassins houillers.

SECTION I. — Facies géologiques et distribution géographique des formations carbonifères.

Idées reçues..... 123
Point de vue plus large auquel il est logique de se placer..... 123
Facies géologiques..... 124
Le terrain houiller productif est une formation continentale..... 124
Cependant, il y a des couches de houille marine, et il doit en être ainsi si ce combustible s'est formé par voie de transport..... 124
Conditions variées de la formation carbonifère..... 125
Géographie du globe pendant cette formation..... 125
Distribution des bassins houillers..... 126

SECTION II. — Les tiges enracinées sont à leur endroit natal et appartiennent à des végétaux de terres inondées.

Tiges échouées avec leurs racines..... 127
Circonstances de gisement des tiges réellement en place..... 127
Description d'une forêt de Calamodendrées..... 128
Les tiges enracinées poussaient pendant les dépôts et s'accommodaient d'une station variée, comme les végétaux les plus plastiques..... 129
C'étaient des plantes de terres inondées..... 130
Mœurs particulières des *Stigmaria*..... 130

SECTION III. — Les dépôts se sont effectués, souvent et par place, à peu de profondeur, pendant la formation des bassins houillers.

Gisements nouveaux de tiges, souches et racines *in loco natali*..... 131
Elles n'ont jamais recouvert entièrement les bassins houillers pour y former des tourbières..... 133

SECTION IV. — Les couches houillères ne s'accumulaient généralement que grâce à l'affaissement du lit de dépôt, comme l'indiquent les arbres debout et les changements dans la grosseur et la nature des sédiments.

Preuves d'affaissements lents, mais continus, pendant la formation de nos bassins houillers..... 133

Il ne paraît pas y avoir eu d'oscillations en sens contraire..... 134
La formation de la houille sur place ne peut matériellement se concilier avec ce double fait..... 134

Témoignages stratigraphiques d'affaissements du sol de dépôt et de changements dans la direction des cours d'eau et le relief de la terre ferme.

Conception de l'étage stratigraphique..... 135
Preuves de mouvements orographiques considérables pendant la formation. 135
Les mouvements, auxquels sont dus les changements des roches, ont déformé les bassins géogéniques..... 136
En somme, à l'époque houillère, la croûte terrestre était très mobile, et il se produisait des oscillations saccadées très fréquentes..... 136
Comment ont commencé et ont fini les bassins houillers..... 137

SECTION V. — **Dans le Centre de la France, les bassins houillers s'accentuaient pendant la formation.**

Bassin de la Loire..... 139
Bassin de Sainte-Foy-l'Argentière..... 140
Bassin de la Queune..... 140
Concordance et subordination des dépôts..... 141
Bassin de la Bouble..... 142
Bassins de Commentry, d'Ahun, de Communay..... 143
Bassin du Gardon..... 143

SECTION VI. — **Pendant que la ligne de fond de dépôt des bassins se déplaçait parallèlement à elle-même, le centre de dépression cheminait sur l'axe, ce qui explique l'affleurement, en fer à cheval, des assises de quelques terrains houillers.**

Exemples de cette disposition offerts : 1° par le Bassin de la Loire..... 145
2° Par le Bassin de Sainte-Foy-l'Argentière..... 145
3° Par le Bassin d'Autun..... 145
4° Par le Bassin de Langeac..... 146
5° Par le Bassin d'Aubenas..... 146
6° Par le Bassin de Brassac..... 146
7° Par le Bassin de la Vendée..... 146
Bassins du Centre de la Bohême..... 147

SECTION VII. — **Des mouvements d'encuvement locaux, des arêtes de rebroussement, des seuils et failles, contemporains des dépôts, ont, de concert avec les courants, compliqué la structure de nos bassins houillers.**

Preuves d'oscillations inégales, d'un point à un autre du même bassin... 148
Seuils et bourrelets..... 149
Protubérance du fond..... 150
Arêtes de rebroussement..... 150
Failles contemporaines des dépôts..... 151

SECTION VIII. — **Le Bassin de la Loire se subdivise en sous-bassins, ou systèmes de gisement, ayant chacun une physionomie particulière.**

Bassin de Saint-Chamond 153
Sous-bassin de la Chazotte 154
Bassin de Saint-Étienne 154
Sous-bassin de Villars 156
Bassin de Roche-la-Molière 156
Bassin de Montrambert 156
Bassin de Firminy 157
Limites des systèmes de gisement 158
Intérieur des cuvettes de dépôt 158

SECTION IX. — **Comparaison des bassins houillers dits marins avec ceux dits lacustres.**

Identité des caractères gnostiques 159
Individualité des bassins houillers anglais 159
Structure du bassin houiller du Nord de la France 159
Analogies et différences 160

SECTION X. — **Terrains de stipite et de lignite.**

Terrains de stipite 161
Caractères de la formation du lignite 161
Pauvreté des terrains de lignite 162
La formation du lignite est empreinte de plus de diversité que les autres dépôts charbonneux 162

CHAPITRE IV.

Déformations et dislocations des bassins houillers.

SECTION I. — **Effets de tassement dans le terrain houiller.**

Le tassement n'a pas déformé les dépôts peu inclinés 163
Il n'a produit que de petits rejets discontinus dans les terrains irréguliers. 164
Les petites failles sont, plutôt, dues aux ondulations ou au glissement des dépôts 164
C'est, seulement, dans les couches relevées que le poids des roches a, dans quelques cas, troublé la régularité des dépôts 164
Effets variés du tassement sur les couches redressées 164
Glissements de tassement 165
Diaclases de M. Daubrée 165

SECTION II. — **Le soulèvement des couches s'est produit immédiatement après leur formation, comme suite aux mouvements contemporains des dépôts.**

Les dépôts sur sol mobile, pendant la formation, sont aussi ceux qui ont été le plus disloqués ultérieurement 166

L'affaissement central des bassins houillers a eu, pour contre-coup, le redressement et même le renversement des bords 167
Le terrain primitif a obéi, sans fracture, à tous les mouvements anciens. 167
Cela suppose que la croûte terrestre n'était pas encore durcie 168
Directions des soulèvements ; elles vont deux par deux 168
Indépendance des mouvements 169
Soulèvements et affaissements de forme anguleuse 169

SECTION III. — Les failles, en général, se coordonnent aux pendages des couches, et par suite, comme cause, se relient aux mouvements contemporains des dépôts.

Nombre de failles font partie de la configuration des couches 170
Failles d'inflexion 171
Failles-limite 172
Failles constitutionnelles contemporaines des dépôts 172
Failles postérieures 172
Dressants 172
Failles discordantes avec l'allure des couches 172
Cause des failles du terrain houiller 173

SECTION IV. — Formes et jeux de failles.

Formes des failles 174
Failles perpendiculaires entre elles 175
Les failles récentes sont arrêtées par les plus anciennes 176
Failles rejetées les unes par les autres 176
Failles transversales et failles longitudinales 176
Rapports des failles avec les bords du bassin 177
Rapports des accidents de la lisière avec les failles de l'intérieur 177
Influence qu'ont eue les soulèvements et les failles sur le relief du sol 177

Résumé final. — Recherche de la houille 178

MEULAN. — IMPRIMERIE DE A. MASSON.

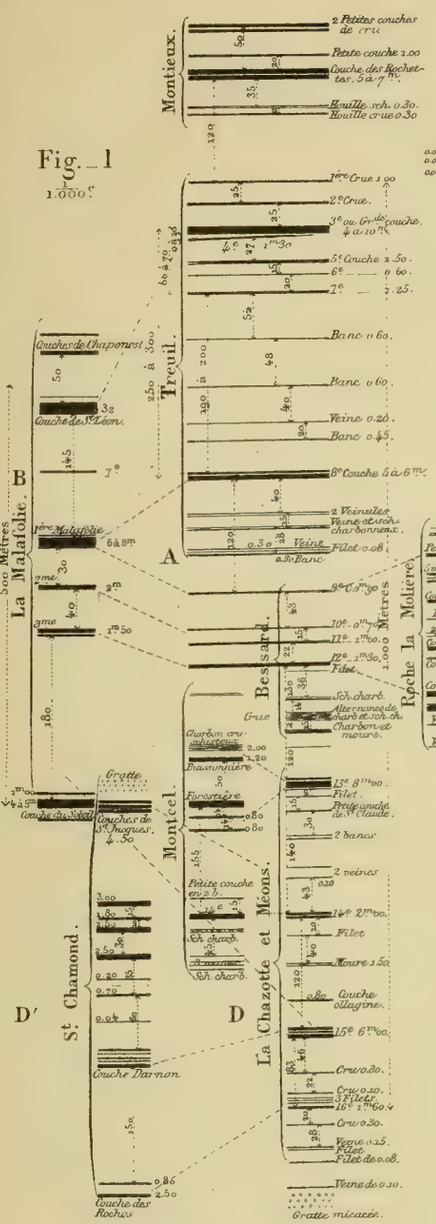
LÉGENDE DES PLANCHES

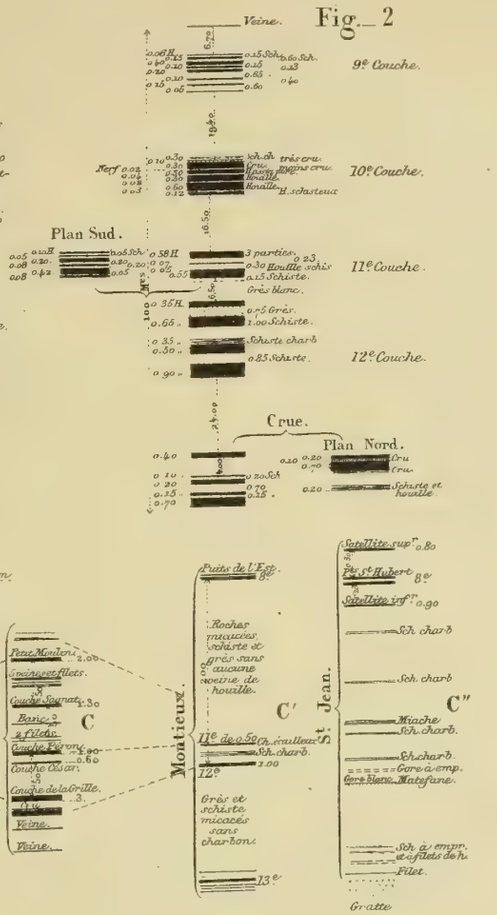
PLANCHE I.

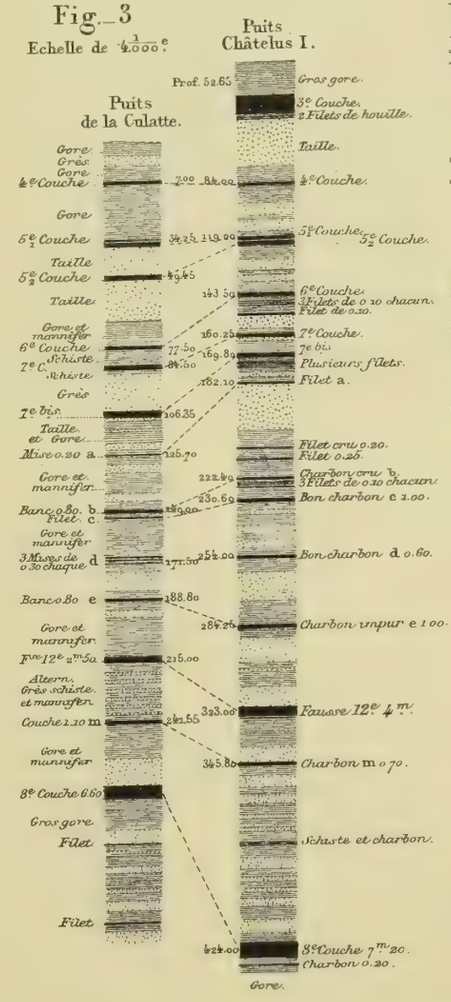
Distribution des couches, bancs et filets de houille.

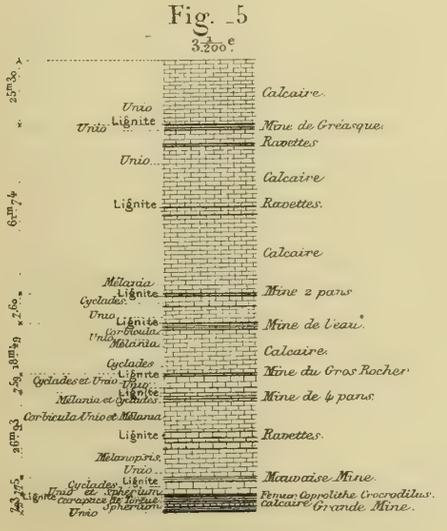
Fig. 1. — Système des couches de Saint-Étienne. Échelle 1/10,000.
Fig. 2. — Couche de la Porchère. Échelle 1/2,000.
Fig. 3. — Coupes des puits Châtelus et de la Culatte. Échelle 1/4,000.
Fig. 4. — Coupes des terrains compris entre les veines nos 11 et 12, au nord de la fosse n° 4 des Mines de l'Escarpelle. Échelle 1/500.
Fig. 5. — Coupe prise au Rocher-Bleu. Échelle 1/3,200.

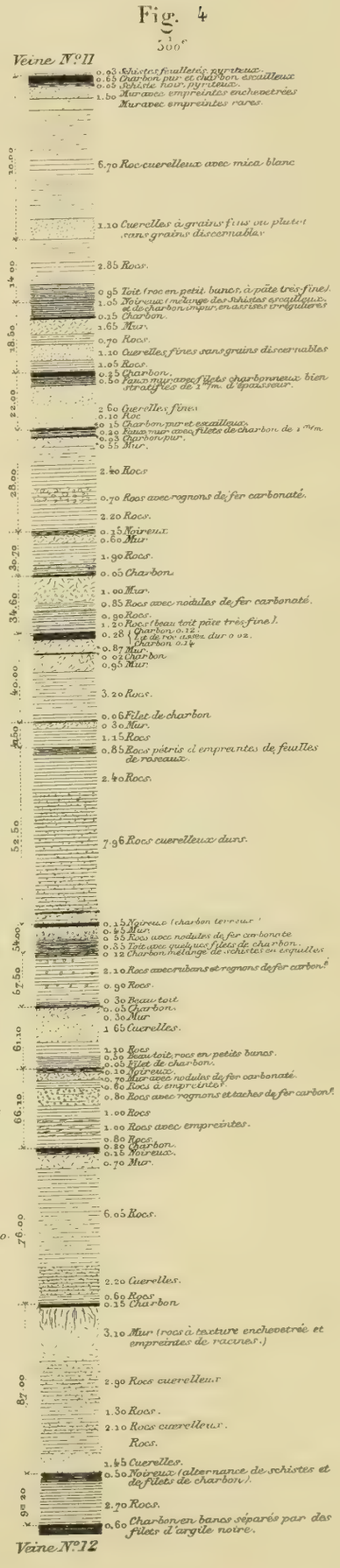
Distribution des couches, bancs et filets de houille











Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé de l'Epée 4.

Imp. Monrocq

PLANCHE II.

Systèmes de gisements charbonneux.

Fig. 1. — Coupe transversale du terrain houiller de Montrambert. Échelle 1/7,500.

Fig. 1′. — Projection.

Fig. 1″. — Double recoutelage de la 3ᵉ Brûlante ; coupe horizontale au niveau de 256 mètres.

Fig. 2. — Coupe géologique du terrain de la Basse-Loire ; partie Sud du bassin à Montjean.

Fig. 3. — Terrasse. Faisceau de veines charbonneuses équivalant aux couches de la Porchère.

On peut compter les lames et les lamelles formant la veine de houille *a*. Dans les schistes *b*, beaucoup d'écorces stratifiées. Il y a passage du schiste *b* au schiste charbonneux *c*, et de ce dernier au charbon *d*.

Fig. 4. — Couche de Dombrowa.

Fig. 5. — Cros. 14ᵉ couche aux confins de sa formation.

a. Veine de houille surmontée de *Pododendron* charbonneux.
b. Sol de végétation avec empreintes couchées entre les racines.
c. Banc de houille schisteuse entremêlée de cru.

Fig. 6. — Couches des Rochettes à la Sainte-Chapelle.

Fig. 7. — Ramification de la couche de Commentry ; coupe horizontale au niveau de 50 mètres.

Fig. 1

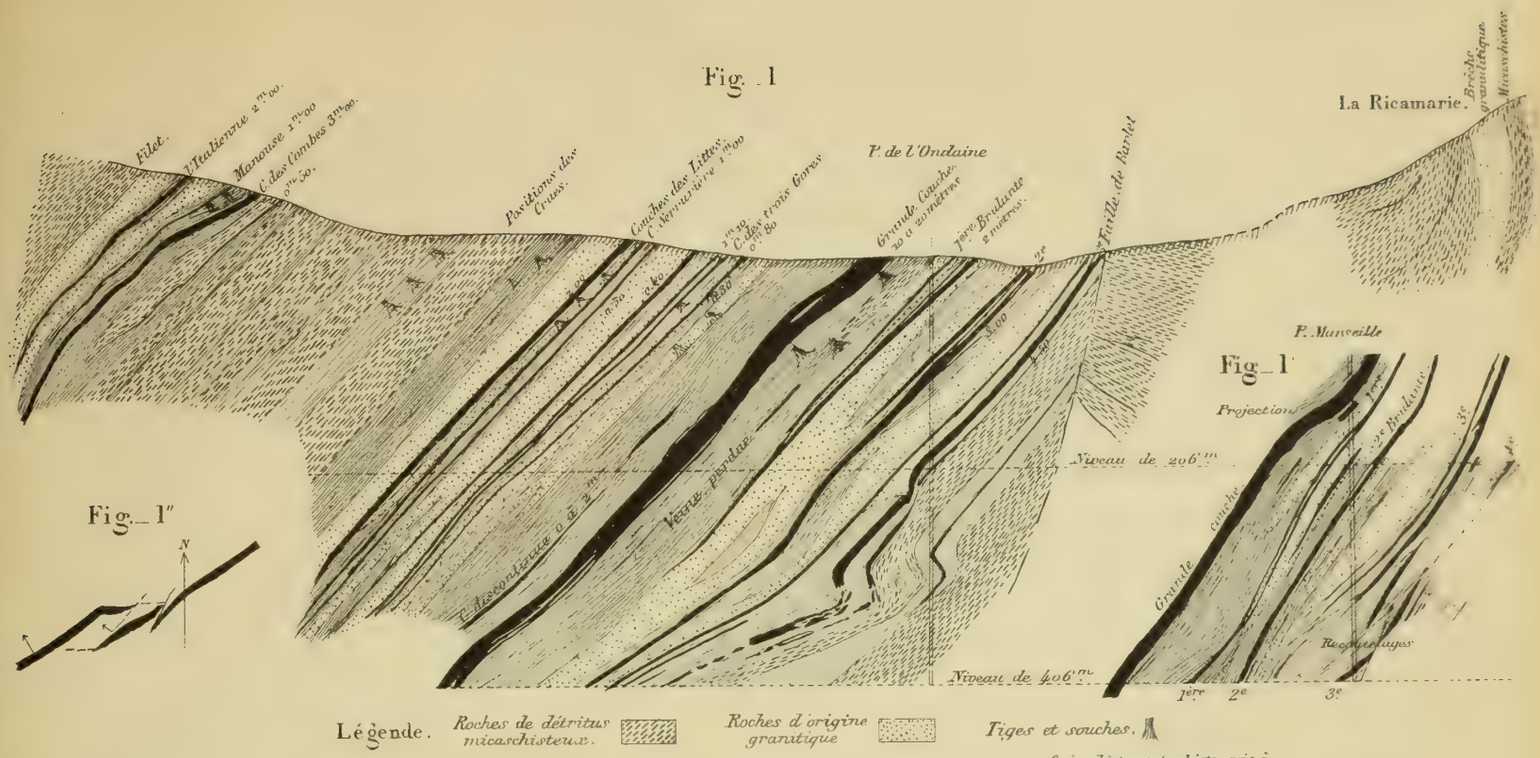


Fig. 1''

Légende. Roches de détritus micaschisteux. Roches d'origine granitique. Tiges et souches.

Fig. 2

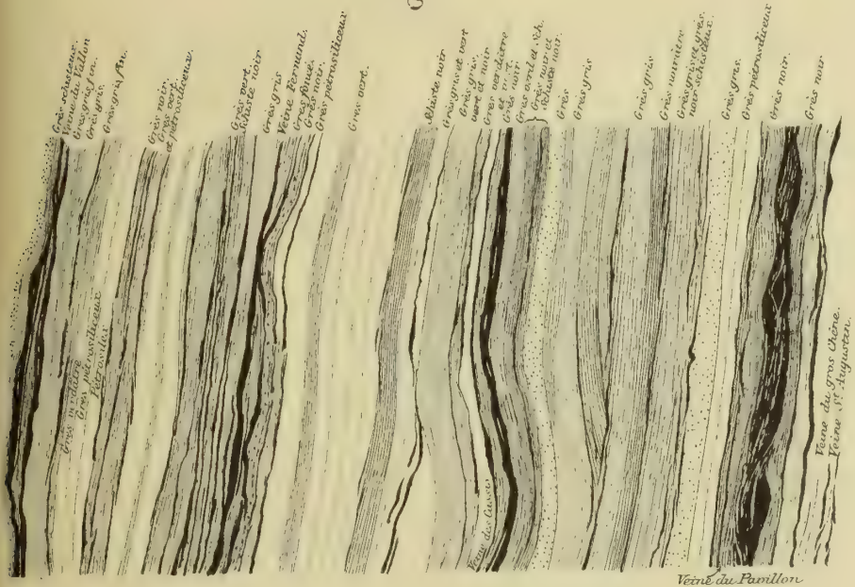


Fig. 4

Fig. 5

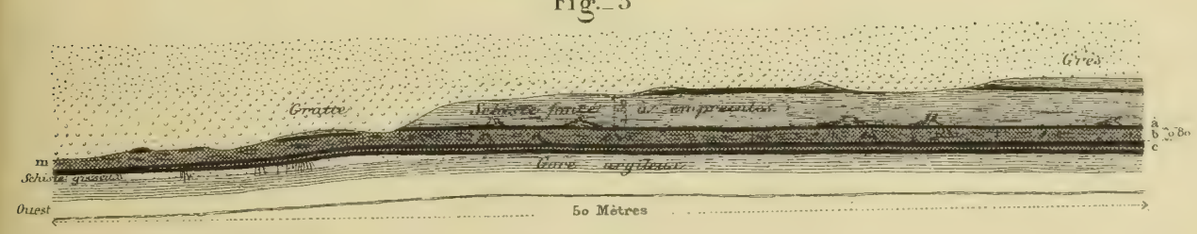


Fig. 6

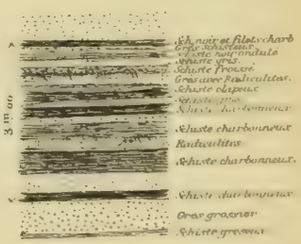


Fig. 3

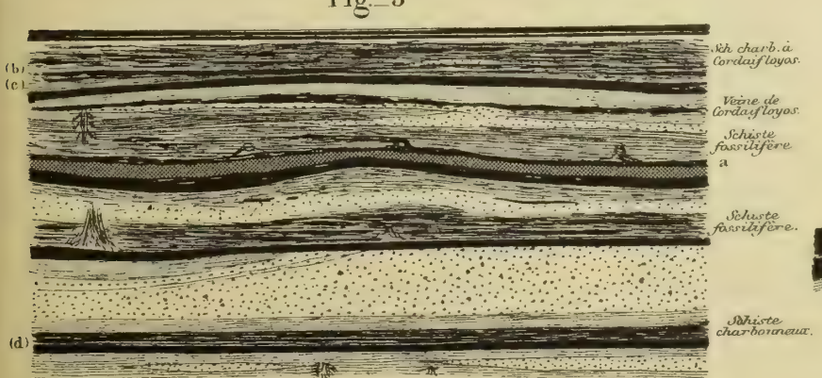
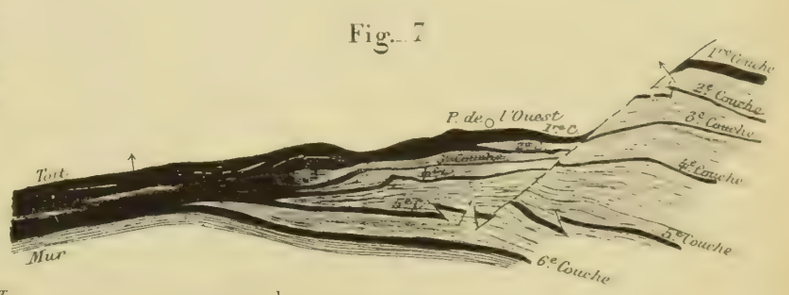


Fig. 7



Ramifications et altérations des couches de houille.

Fig. 7

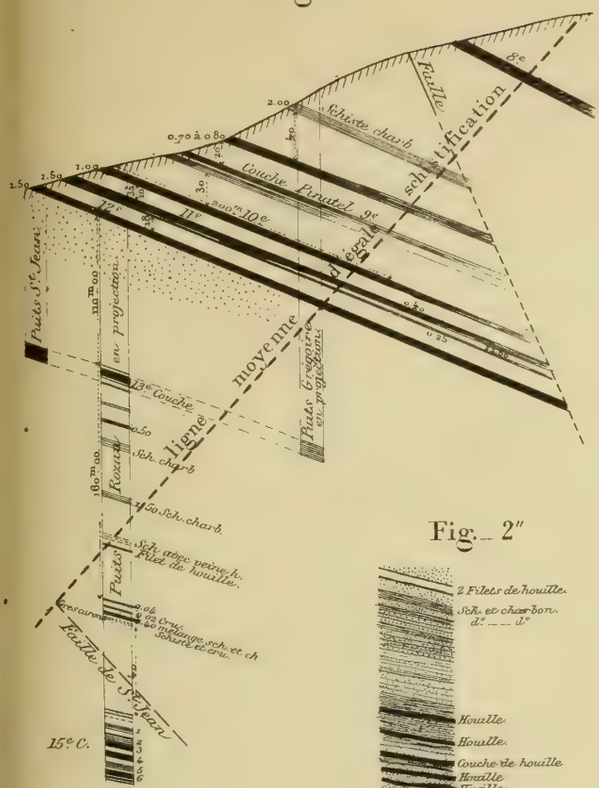


Fig. 1'

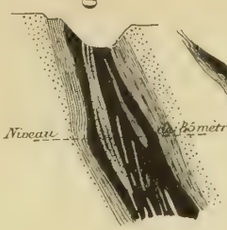


Fig. 1

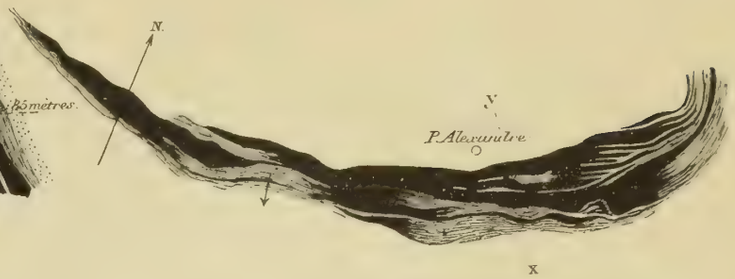


Fig. 2

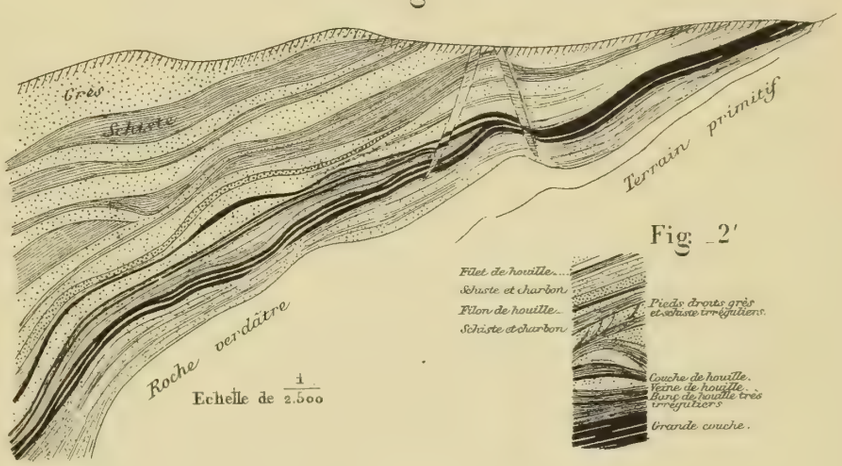


Fig. 2''

Fig. 2'

Fig. 3

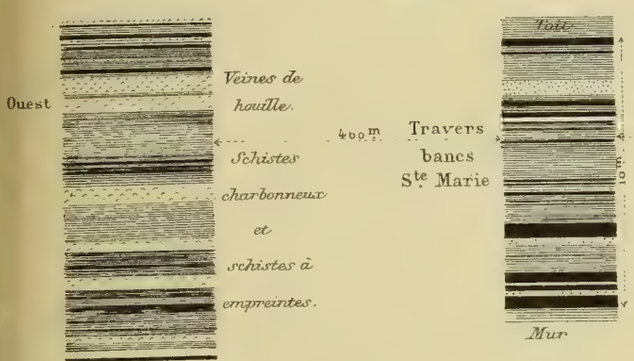


Fig. 5

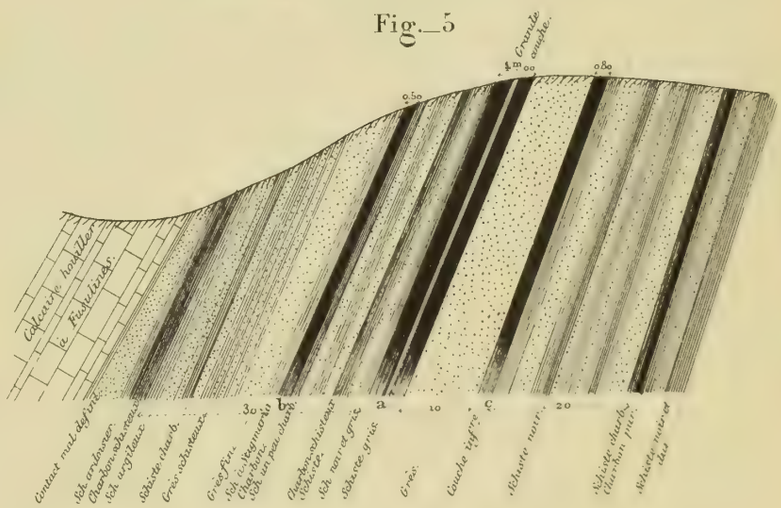


Fig. 6

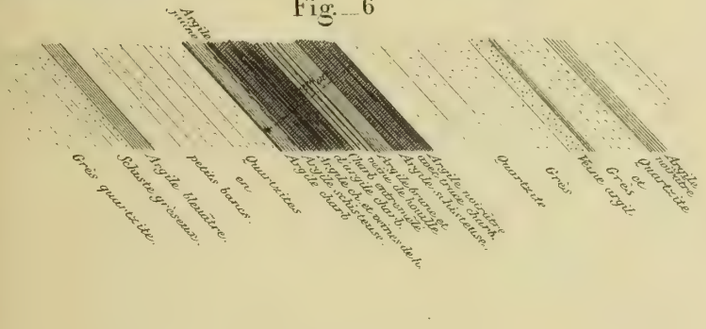


Fig. 4'

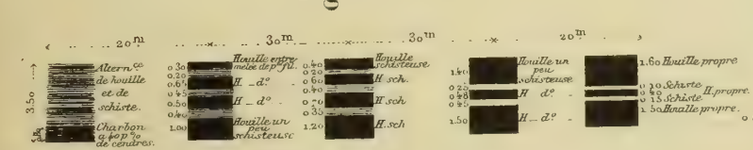


Fig. 4

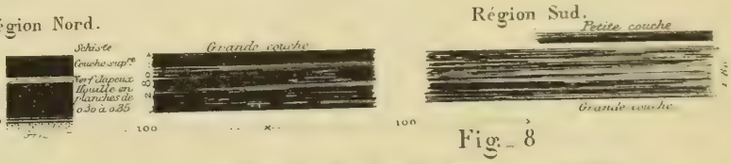


Fig. 4''

Fig. 4'''

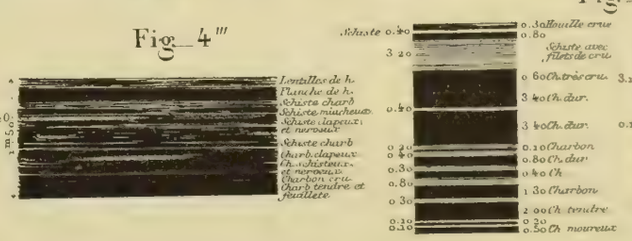
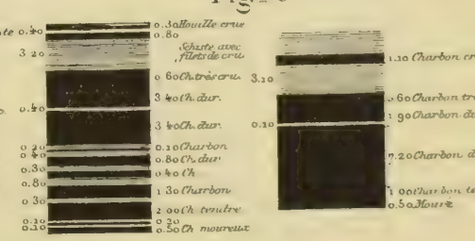
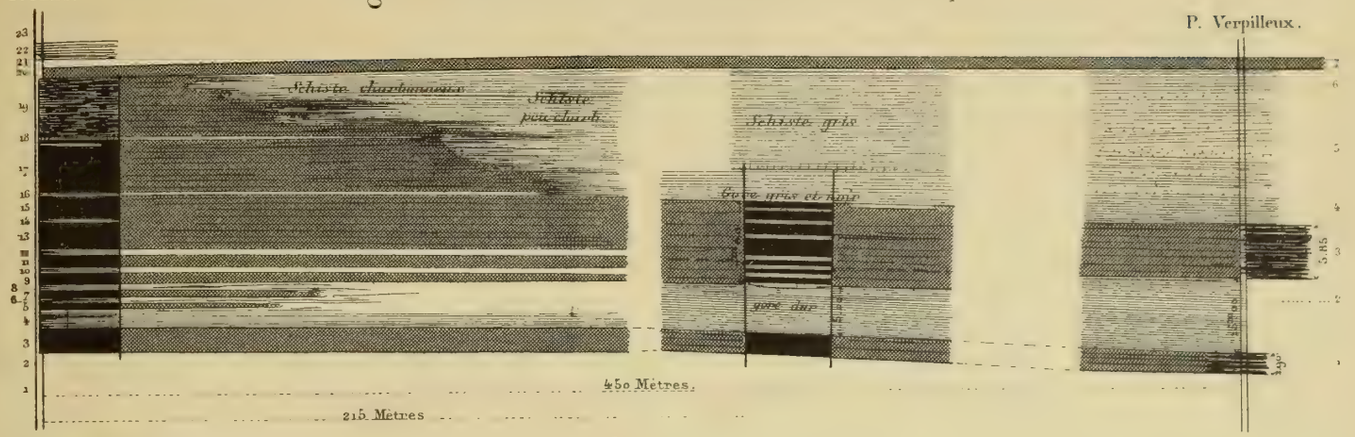


Fig. 8



Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé de l'Epée, 4.

Fig. 1 Altération de la 15e Couche du Puits Mars au Puits Verpilleux.



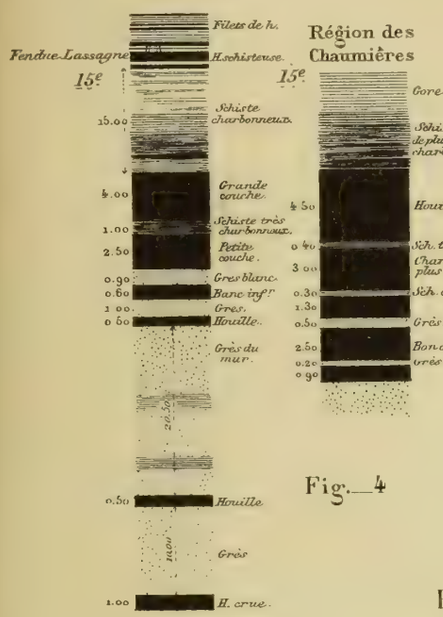


Fig.—4

Fig.—3

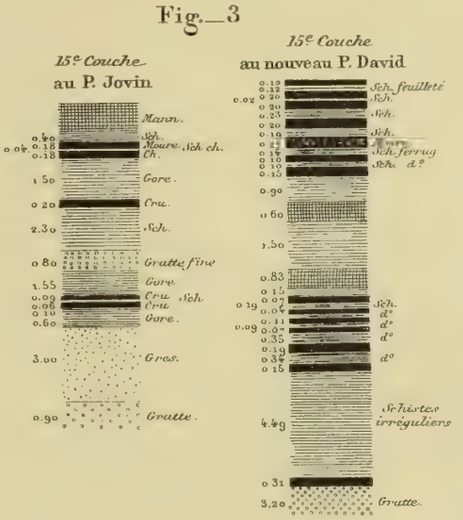


Fig.—2

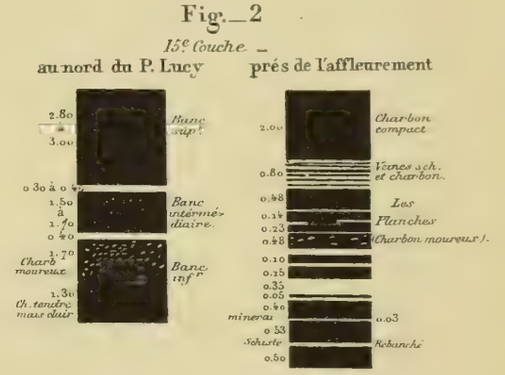


Fig. 5

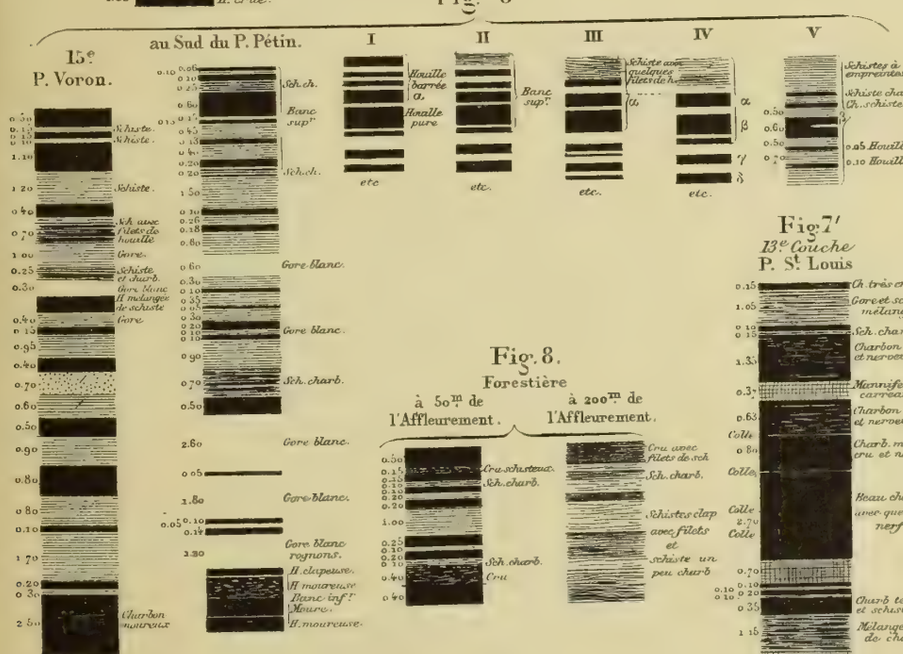


Fig. 7.

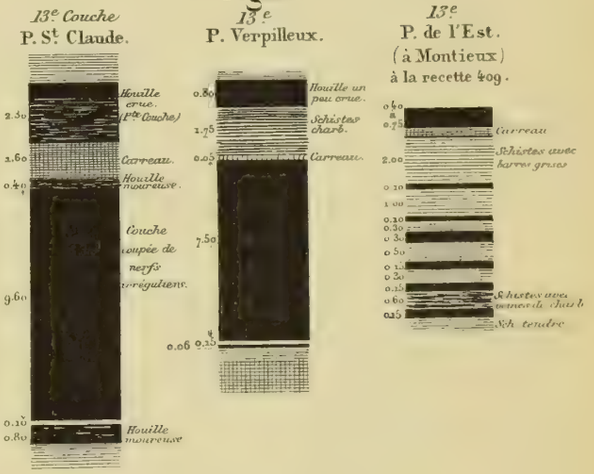


Fig. 7'

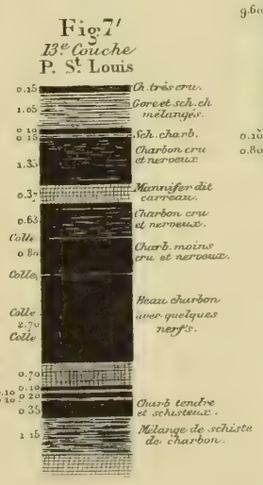


Fig. 8.

Fig.—6'

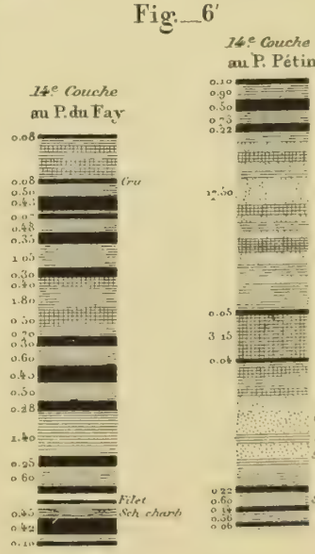


Fig.—6

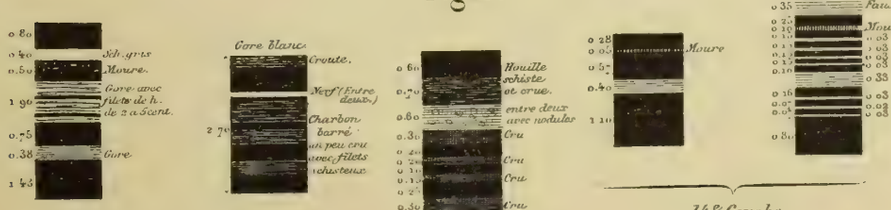


Fig. 1.

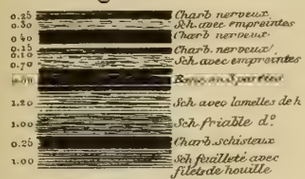


Fig. 2.

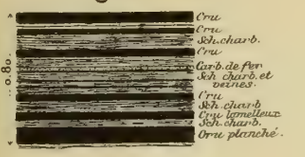


Fig. 3.

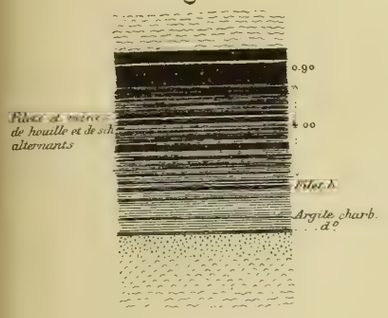


Fig. 4.

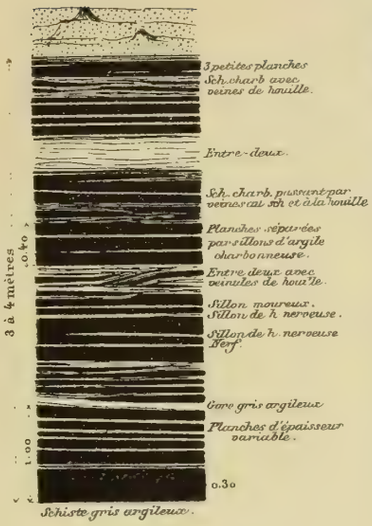


Fig. 5.

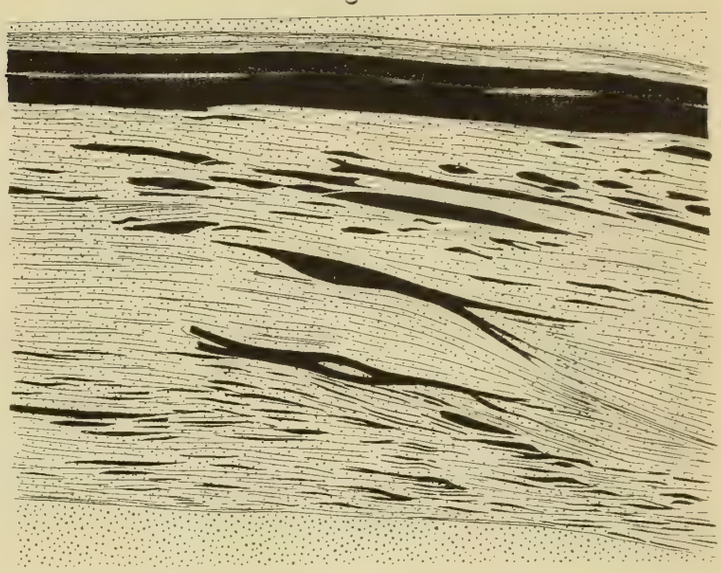


Fig. 9.

5 et 6e au P. des Rosiers et à la Roche-du-Geai

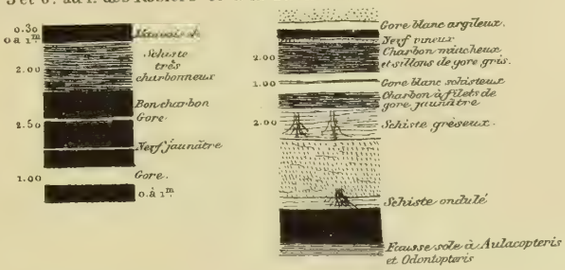


Fig. 6.

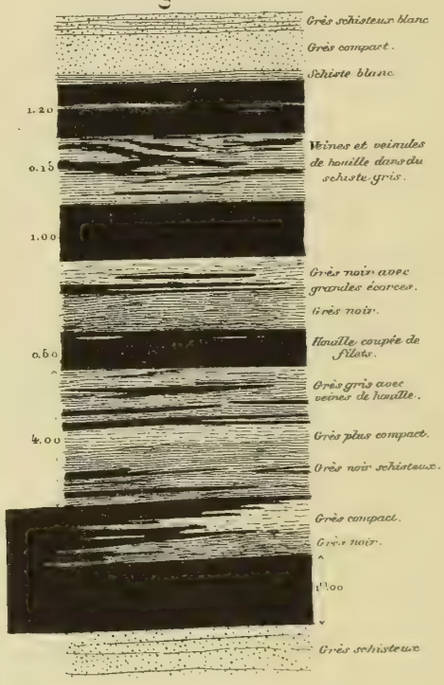


Fig. 7.

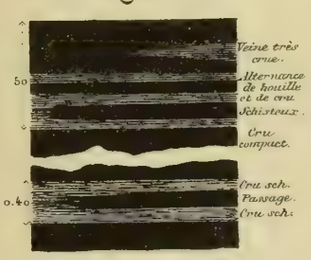


Fig. 10.'

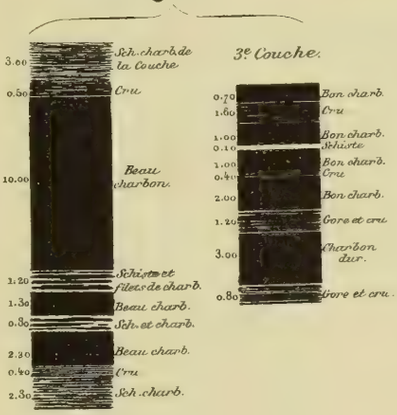


Fig. 10.

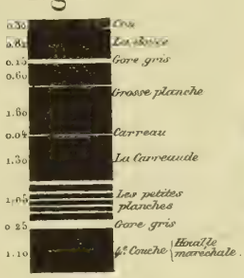


Fig. 10.''

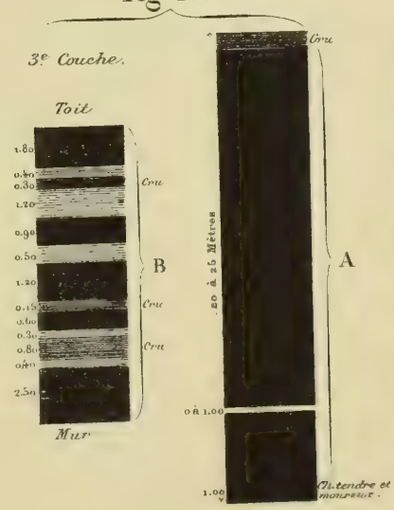


Fig. 10.'''

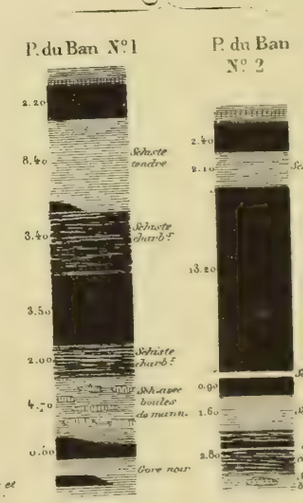


Fig. 8.

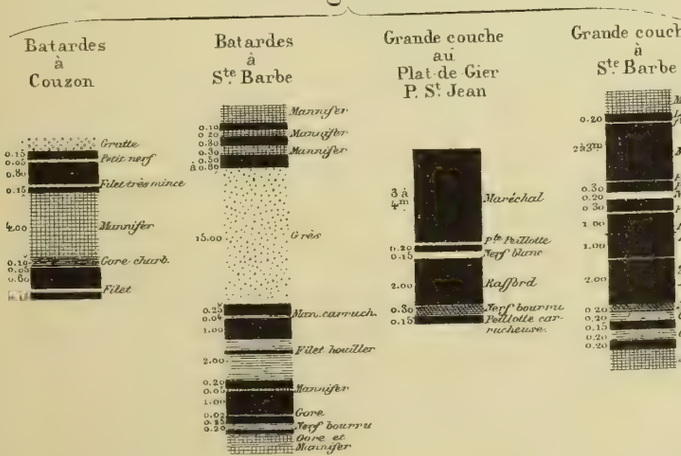


PLANCHE VI.

Description anatomique des couches de Roche-la-Molière.

Bassin de Roche-la-Molière. — Plan d'ensemble à l'échelle 1/40,000, et sections passant par des directions indiquées sur le plan.

Fig. 1 à 6. — 12e couche, ou couche de la Grille, au puits Derhins.

Fig. 3. — *v* Filet schisteux.
a Houille compacte.
b Houille un peu ondulée parallèlement au toit.
t Charbon moureux.
p Schiste à empreintes.

Fig. 4. — *b* Filet moureux.

Fig. 7 à 10. — Dédoublement de la Grille (ou 12e couche), plan et coupes.

Fig. 7. — *k* Charbon nerveux, 0,30.
i Charbon moureux 0,12.
h Bon charbon, 0,30.
g Joint de moure.
f Bon charbon, 0,50.
e Charbon feuilleté, 0,20.
d Moure. 0,05.
c Planche de charbon, 0,10.
b Charbon clapeux.
a Schiste.

Fig. 9′ — A, B, C. Schiste et charbon.
D. Charbon dur, schisteux au contact du nerf.

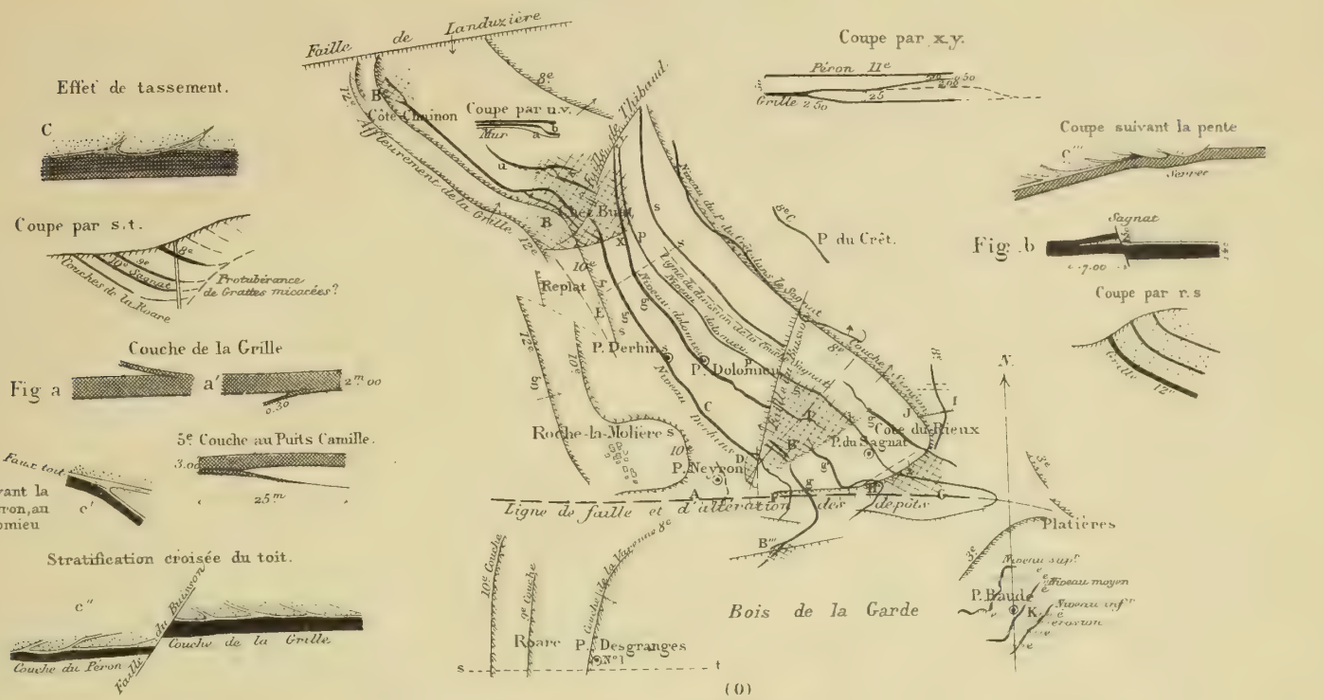
Fig. 11 à 13. — Ressaut du mur à la couche du Péron (11e couche).

Fig. 14 à 21. — Couche Siméon (ou 8e couche), à la côte du Rieux et au puits du Crêt.

Fig. 14. — *c* Bon charbon.
b Charbon moureux, mal stratifié.

Fig. 15. — *g* Gore concrétionné.
h Houille moureuse.
t Schistes charbonneux.
n Mannifer concrétionné.

Description anatomique des Couches de Roche-la-Molière.



Gravé chez L. Wuhrer, 4 Rue de l'Abbé de l'Epée.

Imp Morroq

PLANCHE VII.

Accidents de formation des couches de houille.

Accidents de formation de la couche de la Grille.
Fig. 1 à 11 relatives à cette question :

Fig. 4. — *a* Charbon dur tranché.
b Charbon planché.
d Charbon mal stratifié.

Fig. 5. — *a* et *b* Veine, lentille et barre de grès dans le charbon pur.
ζ Charbon pur.
ζ' Charbon schisteux.

Fig. 5″ — *c* Charbon moureux.
d Filet schisteux discontinu.
e et *e'* Charbon cru, passant partiellement au schiste.

Fig. 5_2. — *a* Charbon pur.
b Gore sur grès.
c Charbon noueux.

Fig. 5_3. — *p* Schiste écailleux.
q Charbon irrégulier avec veine de grès fin.
o Charbon friable.

Fig. 6_1. — *a*, *a*, *a*, *a* Schiste charbonneux.
b Gore passant au schiste charbonneux.
c Gore tracé de charbon.
c' Gore non charbonneux.
d, *d'*, *d''* Bon charbon.

Fig. 7. — *d* Charbon schisteux et schiste irrégulier.

Fig. 9. — *a* Charbon très pur.
b, *b'*, *b''* Veines de schiste dans le charbon pur.

Fig. 11. — *a* Veines entremêlées de schiste et charbon.
b Gore finement lamellé par le charbon.
c Démarcation nette entre le schiste et le charbon.
d Filet de mannifer passant au charbon en s'amincissant.

Fig. 12. — Couche de Bert (Allier).
Fig. 13. — Couche des Combes à la cote 206, dans la zone altérée.
Fig. 14. — Coupe horizontale à 300^m (Montrambert), Roll.
γ Charbon ferrin.
Fig. 14′. — Coupe à 230 mètres.
γ Charbon ferrin.
Fig. 15. — Serrée de la grande couche à la Malafolie.
Fig. 16 et 16′. — 3^e couche à Pomarèze.
Fig. 17. — Couche Bâtarde au puits du Pré.

S Sol à *Stigmaria*.
a Plancher argileux glissant.
s Schiste écailleux.
n Nerf.
m Mannifer carruche.

Fig. 18. — Couche de gore ayant le gisement d'une couche de houille (Treuil).

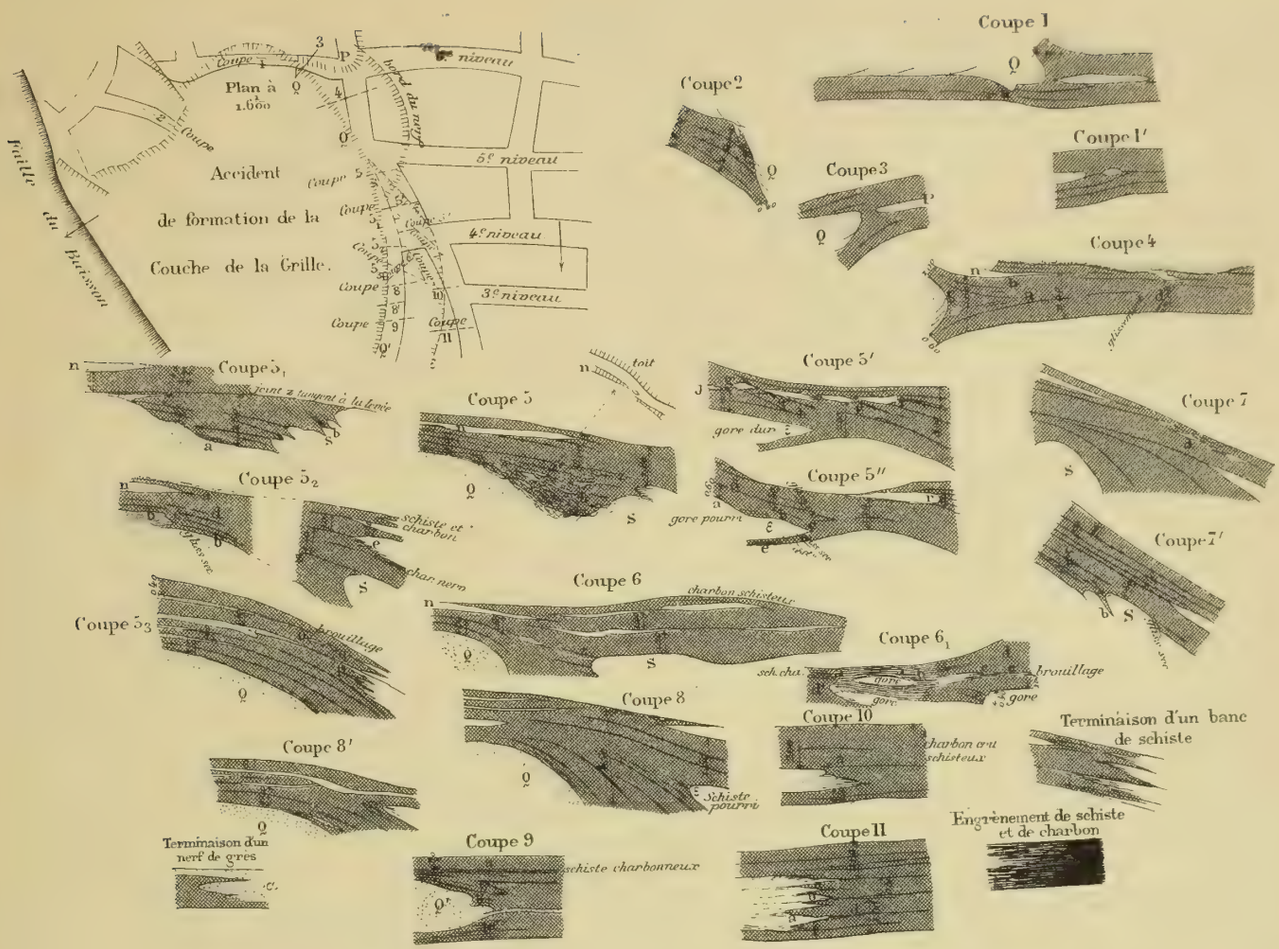
gr Grès délitable.
s Schiste.
gn Gore noir.
s Sol de végétation.
gg Gore gris.

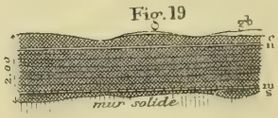
Fig. 19. — 14^e couche au Montcel Sorbiers.

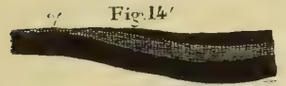
gb Gore blanc micacé.
c Croûte.
n Nerf.
h Houille (2 mètres).
m Matefane.
s Schiste et charbon.

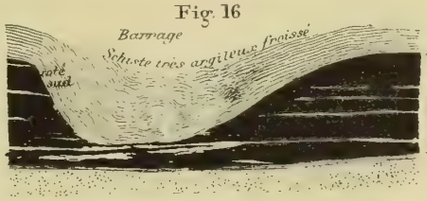
Fig. 20. — Serrée de la couche de Sainte-Foy-Largentière (Rhône).
Fig. 21. — Serrée de couche.
Fig. 22. — Serrée de couche compliquée d'un rig and-rock.
Fig. 23. — Coupe longitudinale de la grande couche de Montrambert dans la région du Puits du Rhône.

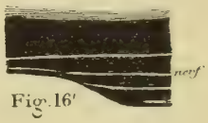
c Cru.
s Schiste.
h Houille.

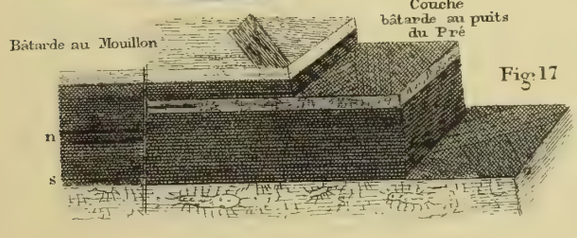


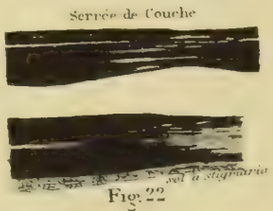












Coupe horizontale de la grande Couche de Montrambert dans la région du puits du Rhône
Echelle de $\frac{1}{4.000}$

PLANCHE VIII.

Fig. 1. — Formation de grès dans l'intérieur de la 15e couche, au puits du Fay. Plan à l'échelle de 1/5000.

Fig. 2 et 3. — Érosion et lentille de grès dans le système de la 3e Brûlante.

Fig. 4. — Amas du puits Neyron.

Fig. 5. — Descente vers la Pompe.

Fig. 6. — Coupe de la couche de Chapoulet (fendue Grillet), suivant la pente (30°).

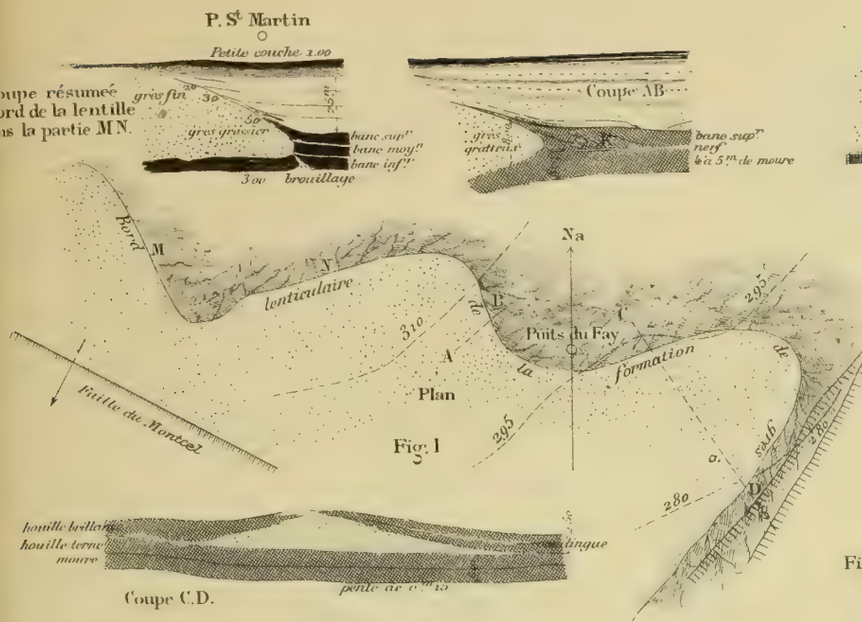
Fig. 7. — Sections horizontales à deux niveaux des amas supérieurs au puits Quétel. 1/2,500.

Fig. 7'. — Coupe du puits Mezarmes (Amas inférieurs). 1/3,000.

Fig. 8. — Coupes transversales des amas supérieurs.

Fig. 9. — Coupe transversale dirigée N. 10° E., passant par le puits Chaptal, du Creusot (Échelle 0m0005 par mètre).

Fig. 10. — Coupe dirigée N. 25° E., passant par le puits Saint-Pierre, du Creusot. 1/8,000.


P. St Martin
Petite couche 1.00
Coupe résumée du bord de la lentille dans la partie MN.
grès fin
grès grossier
banc sup.t
banc moy.n
banc inf.r
3.00 brouillage
Coupe AB
grès gratteux
banc sup.r nerf
4 à 5m de moure
Bord M
lenticulaire
N
Na
Puits du Fay
Plan
Fig: 1
Faille du Montcel
formation
houille brillante
houille terne
moure
lingue
pente de 0m15
Coupe C.D.

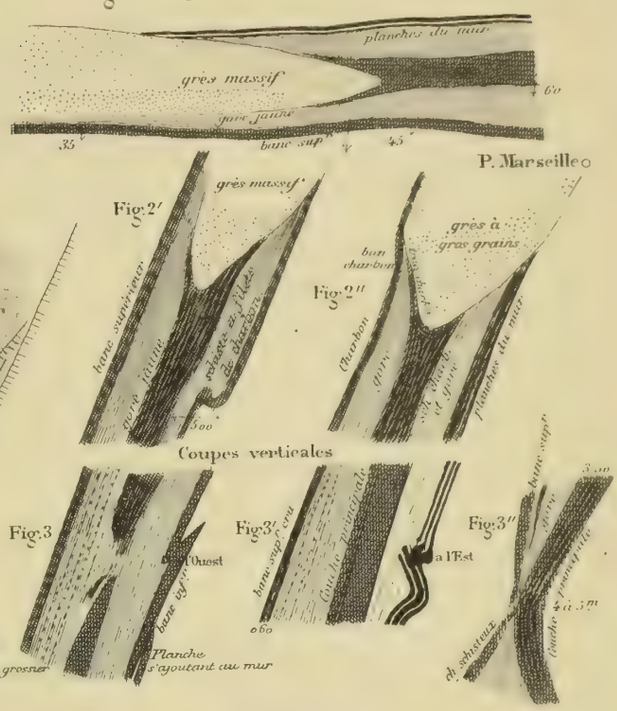


Fig: 2 _ Coupe horizontale au niveau de 154 mètres
planches du mur
grès massif
gore jaune
banc sup.r
P. Marseille
Fig: 2'
grès massif
banc supérieur
gore jaune
roches et filets de charbon
Fig: 2''
grès à gros grains
bon charbon
charbon
gore
planches du mur
Coupes verticales
Fig: 3
Ouest
banc sup.r
Planche s'ajoutant au mur
Fig: 3'
banc sup.r eau
Couche passant à l'Est
Fig: 3''
banc sup.r
gore
Couche passant à l'Est
sch. charbonneux

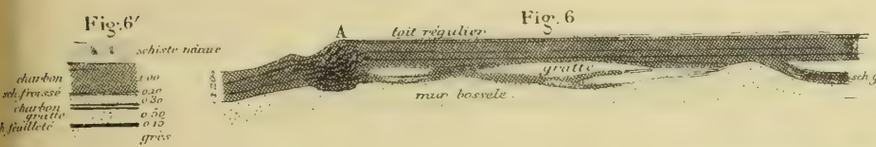


Fig: 6'
schiste noirâtre
charbon
sch. fraissé
charbon graillé
sch. feuilleté
grès
Fig: 6
A toit régulier
grattes
sch. grossier
mur bosselé

Fig: 4

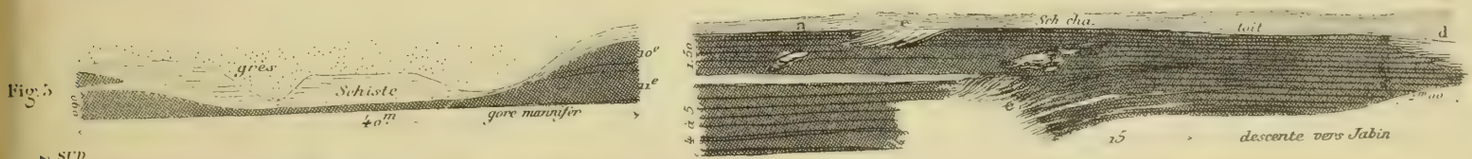


Fig: 5
grès
Schiste
gore marnifer
Sch. cha.
toit
descente vers Jabin

SUD
Puits Chapital
Puits 24
Fig: 9
Etage de 165m84
Etage de 141m34
Etage de 211m82

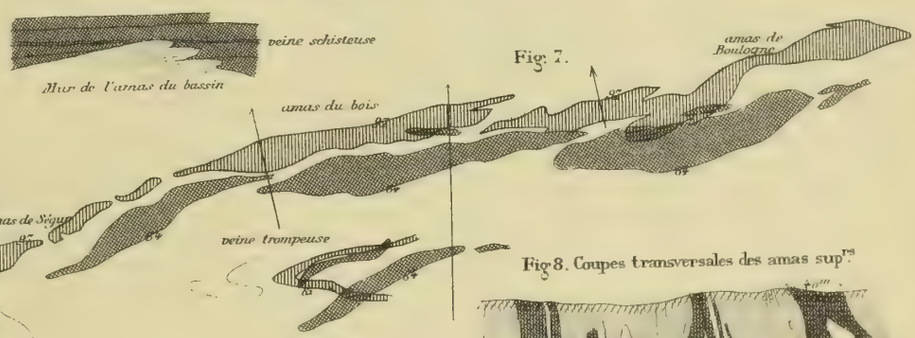

veine schisteuse
Mur de l'amas du bassin
Fig: 7.
amas de Boulogne
amas du bois
amas de Ségur
veine trompeuse

Fig: 8. Coupes transversales des amas sup.rs

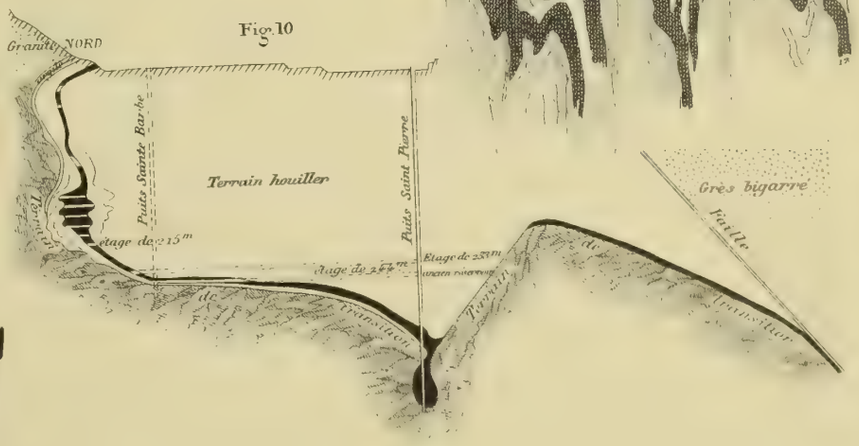


Fig: 10
Grande NORD
Puits Sainte Barbe
Terrain houiller
Puits Saint Pierre
Grès bigarré
faille
étage de 215m
étage de 254m
Etage de 233m
veine couverte
Terrain de transition

Coupe du puits Mézarmes amas inférieurs. 3.660
155
Sch. non tirable avec banelets et boules de grès
Sch. mou tendre avec fragments de houille et boules irrégulières de grès intercalées.
171
Fig: 7'
Sch. en partie ch. et grès englobés
mélange de schiste et grès avec houille
185
houille, sch. charb. et argileux
296
Sch. argileux froissé
Sch. ul. et charbonneux
217

PLANCHE IX.

Fig. 1. — Couche du Sagnat bombée sous un *Psaronius*.

s Schiste.
c, c, c Colle.
cl Sillon de charbon tendre.
ct Grande lentille de charbon ferrin.
n Nœuds plats entre sillons parallèles.
a Sillon d'argile.
l Nœuds ligneux.
c Colle.
f Fausse sole.
m Mannifer avec *Stigmaria*.

Fig. 2. — Coupe Paleyret n° 5. 1/1,200.

g Gratte.
sb Schiste blanc.
hm Houille minéralisée.
sn Schiste noir.
m Minerai.
sb Schiste blanc.
m Minerai.
sb Schiste blanc.
sn Schiste noir.
sb Schiste blanc.
sn Schiste noir.
sb Schiste blanc.
hm Charbon minéralisé.
mf Minerai avec filets de houille.
hm Charbon minéralisé.
sg Schiste et grès.
hc Charbon exploité.
sb Schiste blanc.

Fig. 3. — Série calcaire de la montagne de la Padène (Graissessac).

22. Grès ferrugineux.		11. Schiste ocreux	0,20
21. Schiste marneux et ocreux	3,50	10. Calcaire gris	0,20
20. Hydroxyde de fer	1,70	9. Schistes et calcaire	2,40
19. Argile schisteuse carbonatée	2 »	8. Calcaire gris bitumineux	0,30
18. Carbonate ferrugineux	0,15	7. Calcaire	1,50
17. Schiste marneux	1,80	6. Calcaire légèrement bitumineux	2,80
16. Carbonate et oxyde de fer	0,35	5. Calcaire gris	0,25
15. Schiste marneux	0,85	4. Calcaire bitumineux	0,15
14. Carbonate de chaux et oxyde de fer	0,50	3. Carbonate et oxyde de fer	0,35
13. Schiste charbonneux	0,25	2. Couche de houille Pilate	1,50
12. Argile schisteuse	2 »	1. Carbonate de fer cristallin	1,25

Fig. 4. — Permien rouge de Saint-Étienne.

a Argile micacée chocolat.
K Kieselschiefer.
gg Grès gris.
a Argile chocolat.
ag Argile grise.
a Argile chocolat.
gr Grès rouge.
ab Argile blanche.
a Argile bigarrée.
P Poudingue gris.
K Kieselschiefer.
a Argile chocolat.
P Poudingue gris.
a Argile chocolat.
gr Grès rouge.
K Kieselschiefer.
ag Argile grise.
K Kieselschiefer.
a et *g* Argile et grès chocolat.

Fig. 5. — Barrage de roche grenue concrétionnée, au point I du plan de la planche VI.

Fig. 6. — Butte de la Mine à Montrambert.

Fig. 7. — Couche des trois gores et végétation souterraine des *Stigmaria*.

a Calamodendron dans un grès compact, terminé par une touffe de racines.
b Stigmaria ficoïdes plongeant, rampant et encore enracinés.
c Couche principale.

Fig. 8. — Basse de *Syringodendron* (Méons).

Fig. 9. — Souche expalmée de *Cordaites*, au toit de la couche du Sagnat (Roche-la-Molière).

Fig. 10. — *Peuce* au 1/10.

Fig. 11. — Tiges ligneuses à racines étagées (Cros).

Fig. 12. — *Psaronius* au Treuil.

Fig. 13. — Vue d'une forêt fossile au Cros, près Saint-Étienne.

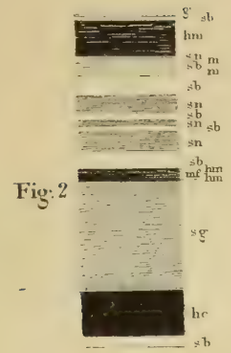


Fig. 2

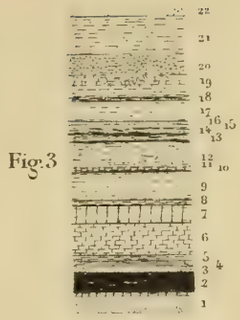


Fig. 3

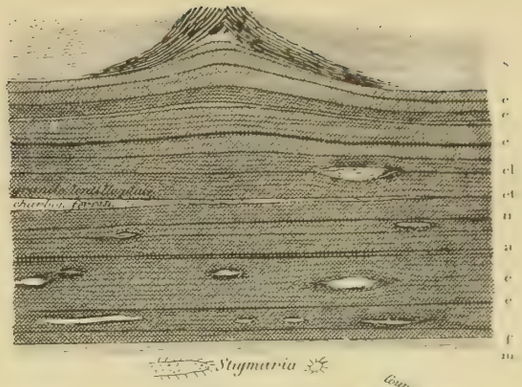


Fig. 1

Fig. 10

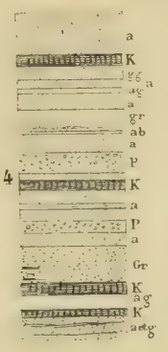
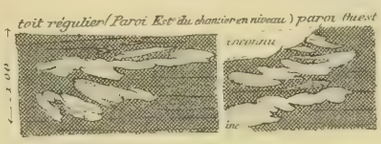


Fig. 4



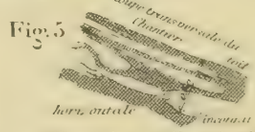


Fig. 5

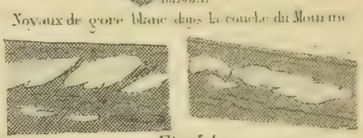


Fig. 5'

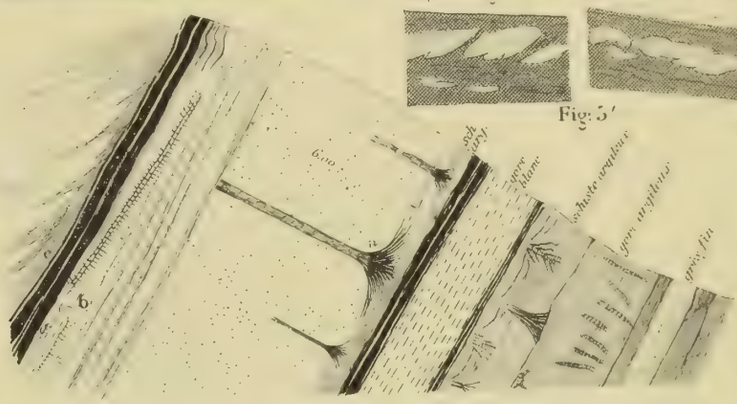


Fig. 7

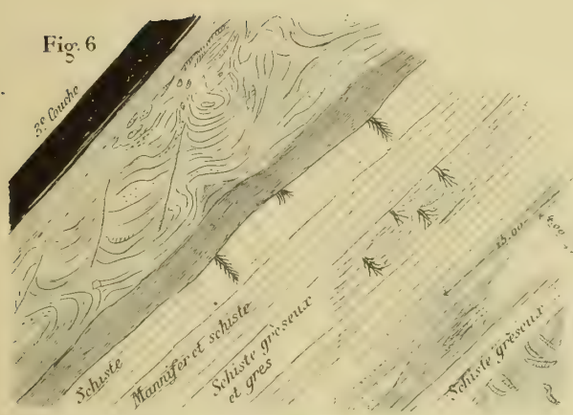


Fig. 6

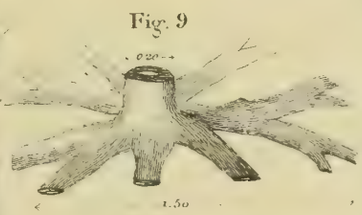


Fig. 9

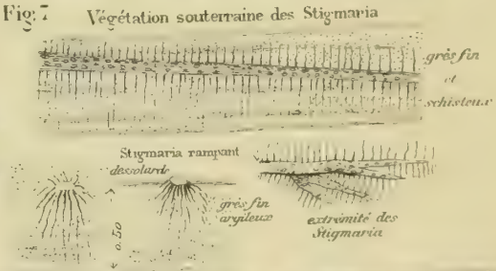


Fig. 7 Végétation souterraine des Stigmaria

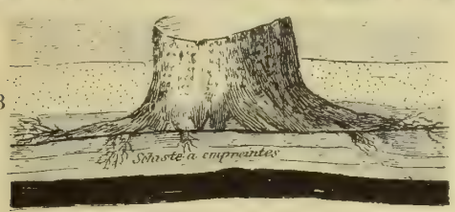


Fig 8

Fig 11

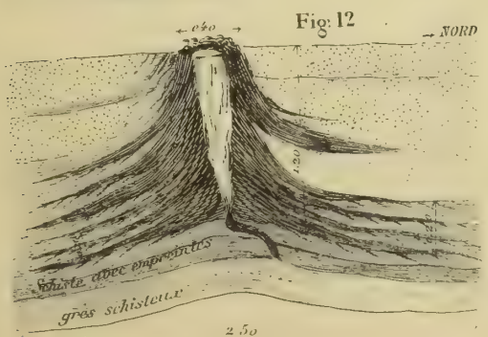


Fig. 12

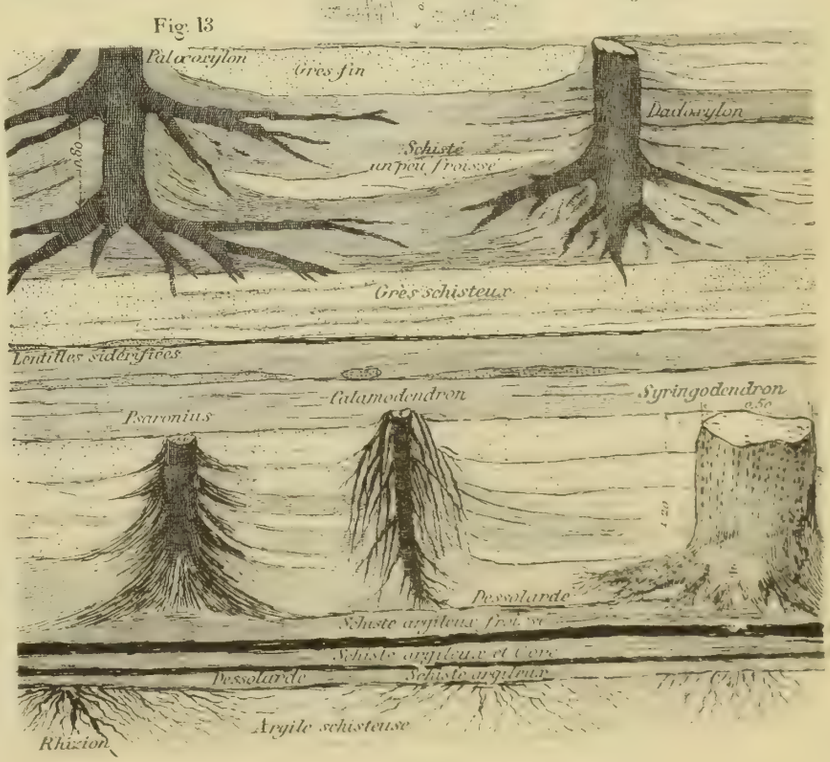


Fig. 13

MEULAN — IMPRIMERIE DE A. MASSON

MCZ ERNST MAYR LIBRARY
3 2044 128 383 650